

ANNALEN
DER
P H Y S I K
UND
C H E M I E.

HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

ZWANZIGSTER BAND.

DER GANZEN FOLGE SECHSUNDNEUNZIGSTER.

NEBST DREI KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1830.

VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH.



1847

W. H. & C.

1847

1847

1847

1847

1847

1847

1847

Inhalt

des Bandes XX der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

	Seite
I. Ueber die Beugung der Glasoberfläche beim Zerspringen; von E. H. Weber und W. Weber.	1
II. Versuche über den Widerstand des Blei's beim Zerdrücken, und über den Einfluß eines unbestimmbaren Oxydgehalts auf die Härte desselben; von C. Coriolis.	17
III. Ueber den Zusammenhang zwischen Brechungsvermögen und Polarisationswinkel an Körpern von einfacher Strahlenbre- chung; von August Seebeck.	27
IV. Ueber die Zusammensetzung der Kamphersäure und des Kamphers; von J. Liebig.	41
V. Chemische Untersuchung der Espenrinde. Merkwürdiger Salicingehalt mehrerer Pappelarten. Das Populin, ein neuer Pflanzenstoff; von H. Braconnot.	47
VI. Ueber Ulmin (Ulmsäure) und Azulmsäure; von P. Boullay.	63

VII. Ueber das Wasser des Weltmeers in verschiedenen Tiefen, in Rücksicht auf die Temperatur und den Salzgehalt; von E. Lenz.	73
Beschreibung des angewandten Bathometers, S. 78.	
— Beobachtete Resultate und deren Correctionen, S. 90. — Berichtigte Temperaturen in der Tiefe, S. 106. — Salzgehalt in verschiedenen Tiefen, S. 108.	
— Salzgehalt an der Oberfläche, S. 110. — Resultate der darüber angestellten Wägungen, S. 129.	
VIII. Ueber die Niveaudifferenz zwischen dem stillen und atlantischen Meere.	131
IX. Auszug aus den officiellen Verhandlungen über die in Frankreich vorgenommene Berichtigung des in Europa bisher allgemein üblichen Cupellationsverfahrens, um Silberlegirungen auf ihren Gehalt an feinem Silber zu probiren. .	141
X. Ueber die Verbindungen des Ammoniaks mit wasserfreien Salzen; von Heinrich Rose.	147
XI. Ueber die Gewinnung des Selens aus dem Selenschwefel.	165
XII. Ueber die Chloroxalsäure.	166
XIII. Ueber einige Erscheinungen bei Fällung der Eisenoxysalze durch neutrale kohlen saure Alkalien; von S. Soubeiran.	170
XIV. Ueber die Verbindung der Schwefelsäure mit salpetriger Säure und über die Theorie der Schwefelsäurebildung; von Hrn. Bussy.	174

Zweites Stück.

I. Ueber die specifische Wärme fester Körper, insbesondere der Metalle; von Wilhelm Weber.	178
II. Ueber die Messung elektrischer Ströme, oder Vorschlag zu einem vergleichbaren Galvanometer; von L. Nobili. . .	213
III. Beschreibung eines Thermo-Multipliers oder elektrischen Thermoskops; von L. Nobili.	245

VII

	Seite
IV. Ueber die Wirkung der Electricität auf die bei Erwärmung phosphorescirenden Mineralien; von Th. J. Pearsall. . .	252
V. Ueber gewisse Erscheinungen bei Einwirkung des Quecksilbers auf verschiedene Metalle; von J. F. Daniell. . .	260
VI. Ueber die Bestimmung des Wassergehalts der Atmosphäre; von C. Brunner.	274
VII. Bemerkungen über die Ursache der Stockung im Erkalten gewisser flüssigen Legirungen; von A. Erman.	282
VIII. Ueber die Empfindlichkeit des Gehörorgans; von F. Savart.	290
IX. Ueber einige Eigenschaften der vom Licht auf das Gesichtorgan hervorgebrachten Eindrücke; von J. Plateau. . . .	304
X. Ueber das Nordlicht vom 19. und 20. December 1829; von H. W. Dove.	333
XI. Ueber einen optisch merkwürdigen Arragonitkrystall und über die Eigenschaft des Glimmers und Gypses, das Licht zu polarisiren; von F. v. Kobell.	342
XII. Ueber das Althäin oder Asparagin der Althäwurzeln; von Wittstock.	346
XIII. Notiz über die Nichtexistenz der Schwefelsensäure, und über die Gegenwart von Schwefelcyan-Calcium im Senfsaamen; von J. Pelouze.	358
XIV. Ueber den Mineralkermes; von J. J. Berzelius. . . .	364
XV. Mittel, die Gegenwart von Chlormetallen in Brommetallen aufzufinden.	367

Drittes Stück.

I. Untersuchungen über die Cyansäuren; von J. Liebig und F. Wöhler.	369
II. Ueber die krystallographische Bezeichnung der Formen des klinorhombischen Systems; von F. v. Kobell.	401

VIII

	Seite
III. Ueber die polarisirende Eigenschaft des Glimmers und einiger anderen Mineralien; von F. v. Kobell.	412
IV. Thermoelektrische Beobachtungen, mitgetheilt in der Versammlung der Naturforscher und Aerzte zu Hamburg; von G. W. Muncke.	417
V. Ueber eine Methode die Variationen in der Richtung der tellurisch-magnetischen Kraft zu messen, und über einige Anwendungen derselben; von L. Moser.	431
VI. Ueber die freiwillige Entzündung gepulverter Kohlen; von Aubert.	451
VII. Ueber die Bereitung des Schwefeläthers; von C. Wittstock.	461
VIII. Ueber die krystallinische Verbindung, welche sich bei Bereitung der Schwefelsäure erzeugt; von Gaultier de Claubry.	467
IX. Ueber den Johannit, eine neue Mineralspecies; von W. Haidinger.	472
X. Ueber eine auffallende Verminderung des specifischen Gewichts, die der Vesuvian durch das Schmelzen erleidet; von G. Magnus.	477
XI. Wie genau kannte man am Ende des achtzehnten Jahrhunderts das Gewicht unserer Atmosphäre? von J. F. Benzenberg.	483
XII. Ueber den mittleren Stand des Wärmemessers in Düsseldorf; von Demselben.	485
XIII. Wirkung des Arsens auf die Pflanzen; von E. F. Leuchs.	488
XIV. Neue Versuche über die bitteren Mandeln und deren ätherisches Oel; von Robiquet und Boutron-Charlard.	494
XV. Ueber ein neues Verfahren zur schnellen Darstellung ganz reiner Jodsäure, und über ein Mittel, die kleinste Menge irgend eines Pflanzenalkali's aus seiner weingeistigen Lösung niederzuschlagen; von Sérullas.	515

IX

	Seite
XVI Die Lagerstätte der Diamanten. Untersuchung von Moritz v. Engelhardt.	524
XVII. Note über ein Sublimat von Kieselerde; von H. Hefs in St. Petersburg.	539
XVIII. Neue Methode, den Gehalt an Eisenoxyd und Eisenoxydul einer in Säuren löslichen Substanz zu bestimmen. . .	541
XIX. Ueber eine Legirung aus Zinn und Eisen in festem Verhältniß.	542
XX. Nachtrag zu dem im vorhergehenden Hefte befindlichen Aufsatz über einige Eigenschaften der vom Licht auf das Gesichtsorgan hervorgebrachten Eindrücke.	543

Viertes Stück.

I. Ueber gleichzeitige Störungen der täglichen Veränderung der magnetischen Kraft und Abweichung; von H. W. Dove.	545
II. Beiträge zur Kenntniß einiger Manganverbindungen; von Rudolph Brandes.	556
III. Wirkung der Bromsäure und der Chlorsäure auf den Alkohol; von Serullas.	591
IV. Ueber die jodsauren und chlorsauren Pflanzenalkalien; von Serullas.	595
V. Trennung des Chlors und Broms aus einem Gemenge ihrer Verbindungen mit Alkalimetallen. Erkennungsmittel, ob eine Flüssigkeit das Chlorjod als solches oder in Chlorwasserstoff- und Jodsäure zerfällt enthalte; von Serullas.	607
VI. Ueber die Sauerstoffabsorption des Silbers in hoher Temperatur; von Gay-Lussac.	618
VII. Notiz über die freiwillige Entzündung der Kohle, in Bezug auf Aubert's Abhandlung; von M. Meyer.	620

- VIII. Ueber das Salicin und dessen Umwandlung in einen Farbstoff eigenthümlicher Art; von Hrn. H. Braconnot. 621
- IX. Neues Oenometer oder Instrument zur Bestimmung der im Wein oder jeder andern geistigen Flüssigkeit enthaltenen Menge Alkohols. 625
- Meteorologische Beobachtungen, November, December 1830.

Berichtigungen zum Aufsatz von v. B o n s d o r f f, Bd. XVII.

- Seite 115. Zeile 6. v. u. statt *elektro-chemischen* lies: *electro-negativen*
- 117. Z. 9. v. o. st. *angestellt worden* l. *angefangen*.
 - 118. Z. 6. v. o. st. *wodurch ich* l. *so wie ich auch*.
 - 122. Z. 2. v. o. st. *Lampe* l. *Kugel*.
 - 123. Z. 13. v. u. st. *Kali's* l. *Kalium*.
 - 125. Z. 6. v. o. st. 78° l. 68°.
 - 126. in der Note **) Zeile v. o. st. *Octo-Dodecaëder* l. *Cubo-Dodecaëder*.
 - 127. in dem berechn. Verhältn. st. 38,87 l. 33,87.
 - 128. Zeile 12. v. u. st. *oder* l. *auch*.
 - 131. Z. 4. v. o. st. 9,77 l. 5,77.
 - 132. Z. 13. v. o. heisst es: *aus mehr Calciumchlorid*.
 - 132. Z. 17. steht: *eine Lauge von*, l. *ein Flöckchen*.
 - 136. Z. 13. statt *quantitativen* l. *qualitativen*.
 - 247. Z. 1. v. u. und S. 248. Z. 1. v. o. st. *kleineren Kolben angewandt, damit etc.* l. *kleinerem Kaliber angewandt, wodurch etc.*
 - 250. Z. 4. v. u. heisst: *wenn man, die verdünnte, die geröthete, und die durch eins der genannten Chloride veränderte Lackmuspflösung vergleicht*.
 - 251. Z. 9. v. u. statt *regelmäßigen* l. *deutlichen*.
 - 254. Z. 3. v. o. st. *Platinchlorid* l. *das Chloro-Platinat*.
 - 255. Z. 7. v. o. steht: *die zweite, soll seyn: die zwei zuletzt genannten Weisen*.
 - 262. Z. 2. v. o. st. *dünnen* l. *engen*.
 - 263. Z. 6. st. 15,91 l. 22,46.

ANNALEN

DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1830, NEUNTES STÜCK.

I. *Ueber die Beugung der Glasoberfläche beim Zerspringen;*
von E. H. Weber und W. Weber.

Eine zufällig gemachte Erfahrung bei Versuchen, welche wir gemeinschaftlich über die Veränderungen anstellten, die ein schwach gespannter fadenförmiger Körper (ein Haar, eine Schnur, ein Draht) erfährt, wenn er stärker gespannt wird, machte uns auf eine, so viel wir wissen, noch nicht beschriebene mechanische Potenz aufmerksam, auf eine Vorrichtung, vermöge deren ein Gewicht von geringer Gröfse benutzt werden kann, um einen über alle Erwartung großen Druck auszuüben.

Wenn man nämlich einen solchen fadenförmigen, festen Körper, zum Beispiel an seinem oberen Ende befestigt, während man an seinem unteren Ende ein Gewicht frei herabhängen läßt, so erleidet er gleichzeitig eine dreifache Veränderung: nämlich, während die *Länge* des Fadens zunimmt, nimmt seine *Dicke* und sein *specifisches Gewicht* ab.

In einer Reihe von Versuchen, welche in anatomischer und physiologischer Rücksicht wichtig zu seyn schienen, wurden die *Dickenänderungen* beobachtet, und mit

dem Mikroskope gemessen, welche Haare von Menschen und Thieren erleiden, während sie gespannt und in die Länge gezogen werden. — Um diese Dickenänderungen zu messen, eigneten sich vorzüglich die Haare des Löwen, weil sie rund und cylindrisch sind, während die Haare des Menschen und anderer Thiere platt gedrückt sind, und eine Durchschnittsfläche zeigen, die der Durchschnittsfläche einer Bohne ähnlich ist. Menschliche Haare verhalten sich fast wie Fäden von Gummi elasticum, sie lassen sich fast in gleichem Maasse in die Länge ziehen, und dehnen sich z. B., ohne zu zerreißen, um $\frac{1}{3}$ ihrer Länge aus und werden dabei dünner. Als die ausdehnende Kraft zu wirken nachliefs zog sich das Haar zusammen; erhielt jedoch nicht völlig seine ursprüngliche Länge wieder. — Als es um $\frac{1}{4}$ seiner Länge ausgedehnt worden, blieb es um $\frac{1}{10}$, als es um $\frac{1}{3}$ ausgedehnt worden, blieb es nahe um $\frac{1}{6}$ seiner ursprünglichen Länge verlängert. Auch bei Anspannung des Löwenhaares war die Ausdehnung und die damit verbundene Dickenänderung groß genug, daß die Verminderung des Durchmessers mit dem Mikroskope und Mikrometer gemessen werden konnte.

In einer anderen Reihe von Versuchen, welche in physikalischer Rücksicht interessant zu seyn schien, wollten wir die Aenderung des *specifischen Gewichts* bestimmen, welche ein Eisendraht erleidet, während er durch Gewichte gespannt wird. Wir ließen eine Glasröhre an ihren beiden Enden in eiserne Ringe fassen und das eine Ende des Drahts an einem dieser Ringe befestigen, während der Draht in seiner ganzen Länge durch ein am andern Ende angehängtes Gewicht vertical gespannt wurde. In diesem Zustande der Spannung wurde nun der Draht auf die Glasröhre so aufgewickelt, wie die Klavierdrähte auf hölzerne Rollen aufgewickelt zu werden pflegen. Das Mittel, eine sehr regelmäßige Aufwicklung zu bewirken, bestand darin, daß die Glasröhre über einen horizontalen mit Zwirn umwundenen Holzcyylinder geschoben

und befestigt wurde. Wenn nun dieser Cylinder durch eine Kurbel gedreht wurde, so mußte der gespannte Draht sich auf die Glasröhre aufwickeln. Nach vollendeter Aufwicklung, noch während das Gewicht den Draht spannte, sollte dann das zweite Ende des Drahts, an welchem das Gewicht hing, mittelst einer Schraube an einem der beiden Metallringe, in welche die Glasröhre gefaßt war, festgeklemt werden. — Wir wollten darauf eine doppelte specifische Wägung des Drahts (samt der Glasröhre, auf welche er gewickelt war) vornehmen; die eine, wenn der Draht in stark gespanntem Zustande, die andere, wenn er in schwach gespanntem Zustande auf die Glasröhre aufgewickelt worden war. Denn weil der Draht in seinem gespannten Zustande einen größeren Raum einnimmt (weil sein specifisches Gewicht durch die Anspannung vermindert wird), und also, in Quecksilber getaucht, eine größere Quantität Quecksilber verdrängt, als der ungespannte Draht, so würde man, wenn man zugleich auf die Zusammendrückung der Glasröhre Rücksicht genommen hätte, aus der doppelten specifischen Wägung die Aenderung des specifischen Gewichts des Eisendrahts in Folge seiner Anspannung zu berechnen im Stande gewesen seyn.

Allein, nachdem wir den Draht zwei Mal und bei einer anderen Glasröhre drei Mal über einander aufgewickelt hatten, und nun die erstere Röhre mit der dritten, die zweite mit der vierten Reihe von Drahtwindungen umgaben, so erschlaffte plötzlich der aufgewundene Draht, und eine genauere Untersuchung zeigte, daß *die schraubenförmigen Drahtwindungen durch den ungeheuren Druck, den sie auf die Glasröhren ausgeübt hatten, ein Stück der Glasröhre in dünne Scheiben oder Ringe, welche gleichfalls Fragmente von Schraubenwindungen, und die gerade so breit waren, als der Draht dick war, gespalten hatten.* Mehrere hatten sich so groß erhalten, daß die Stücke eine ganze Schraubenwindung

bildeten. Einige Stücke stellten auch dickere Ringe dar, bei denen es zuweilen gelang, die Spaltung in kleinere schraubenförmige Stücke durch eine kleine Nachhülfe zu vollenden. Mehrere andere aber waren durch den zu gleicher Zeit sich verschiebenden Draht in viele Stücken zerbrochen.

Es übte bei diesen Versuchen schon jeder einzelne Ring des aufgewundenen Drahts einen sehr beträchtlichen Druck auf die Oberfläche der Glasröhre aus. So viel Ringe neben einander auf die Glasröhre aufgewickelt wurden, so vielfach war der Druck auf die Oberfläche. Als die ganze Oberfläche der Glasröhre mit Ringen bedeckt war, so bedeckten wir den von diesen Ringen gebildeten Cylinder mit einer neuen Lage von Ringen. Auf diese Weise wuchs der Druck, wie wir sogleich zeigen werden, so weit, daß jede von einer Schraubenwindung bedeckte Stelle der Glasröhre einen Druck, der 526 Atmosphären gleich kam, die ganze $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Glasröhre, deren Peripherie 24,2 Par. Lin. und deren Glasdicke 0,513 P. L. betrug, einen Druck von 13036000 Grm. oder 253 Centn.

Der Umfang der zu unseren Versuchen angewandten Glasröhre betrug nämlich 24,2 Pariser Linien; der Durchmesser des darauf gewickelten Eisendrahts, 22 Mal genommen, betrug 3,2 Par. Lin., folglich die Dicke des Drahts $\frac{3,2}{22} = 0,1455$ Par. Lin.; ein 1 Par. Fuß langes Stück dieses Eisendrahts wog 0^{gr}.215, die Spannung des Drahts, bei welcher er auf die Glasröhre aufgewickelt wurde, betrug 4150 Grm., folglich der Druck p , den der unter einem Drahttringe befindliche Theil der Oberfläche der Glasröhre (dessen Flächenraum $= 0,1455 \cdot 24,2 = 3,521$ Quadratlinien groß war) erleidet:

$$p = 2 \cdot 3,14159 \dots \times 4150 = 26075 \text{ Grm. *)}$$

*) Der Druck eines bei p Gramm Spannung aufgewundenen Drahttringes auf die Oberfläche einer Röhre ist:

$$= 2\pi \cdot p,$$

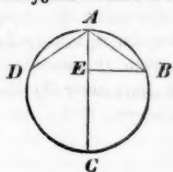
wo π das Verhältniß des Durchmessers eines Kreises zur Peri-

Jeder Quadratzoll der Glasoberfläche erlitt folglich einen $\frac{1.44}{3.521}$ Mal größeren Druck:

$$= 1066000 \text{ Grm.},$$

und zwar als die Röhre mit *einer* Reihe von Drahttringen bedeckt war, das ist ein Druck von 140 Atmosphären. Bei zwei Reihen von Drahttringen betrug der Druck fast das Doppelte, oder, wie weiter unten genauer berechnet werden wird, 274 Atmosphären. Bei drei Reihen von Drahttringen betrug der Druck fast das Dreifache, oder, wie weiter unten genauer berechnet werden wird, 402 $\frac{1}{2}$ Atmosphären. Bei vier Reihen von Drahttringen betrug der Druck fast das Vierfache, oder, wie schon oben erwähnt worden, und weiter unten genauer berechnet werden wird, 526 Atmosphären. Dieser Druck war

perie bezeichnet. — Denn wenn wir ein reguläres Polygon dem Kreise substituiren, dessen Seite $=y$, dessen Perimeter $=\Pi$ und dessen Seitenzahl $=\frac{\Pi}{y}$, so übt der Draht auf die Seiten des Polygons keinen Druck, sondern bloß auf die Winkelpunkte des



zwei gleiche Kräfte $=p$ ziehen, der Druck auf den Winkelpunkt A

Polygons aus. Ist in beifolgender Figur A der Winkelpunkt des Polygons, $ABCD$ der umschriebene Kreis, dessen Halbmesser zur Längeneinheit genommen werde, $AB=AD=y$, BE ein Perpendikel auf den Durchmesser AC , so ist, dem Parallelogramm der Kräfte gemäß, wenn nach AB und AD

$$= 2AE \cdot \frac{p}{y},$$

wegen Aehnlichkeit der Dreiecke ABC und AEB :

$$2:y=y:AE,$$

folglich der Druck auf den Winkelpunkt A

$$=py,$$

folglich auf alle Winkelpunkte des Polygons zusammen

$$=p\Pi.$$

Substituirt man einen Kreis dem Polygone, so tritt 2π an die Stelle von Π , folglich ist der Druck auf die ganze Peripherie:

$$=2\pi \cdot p.$$

aber dann so groß, daß die Röhre, an allen Stellen, wo er statt fand, spaltete, und die beschriebenen Glasringe oder Glasspäne bildete *).

*) Es muß hierbei bemerkt werden, daß bei mehrfachen Ueberwindungen der Glasröhre eigentlich nur die oberste Reihe von Drahttringen den vollen Druck ausübt. Die darunter befindliche Reihe von Ringen erleidet selbst eine Verkleinerung ihres Umfangs und eine damit verbundene Abspannung. Will man in unseren Versuchen die Zusammendrückung des Glaszylinders in Rechnung ziehen; so wird man über den von den Drahttringen auf die Glasoberfläche ausgeübten Druck zu folgenden Resultaten geführt.

§. 1.

Wenn zwei Eisendrahtringe bei gleicher Spannung successive über die Glasröhre über einander gewunden werden, von denen der erste (oberste) einen Druck $= 2\pi \cdot p$ ausübt, wo π und p die Bedeutung wie in der vorigen Note haben; so üben beide Ringe zusammengenommen auf die Glasröhre einen Druck P aus:

$$P = (2 - mz) 2\pi \cdot p,$$

wo z die Verkleinerung der Peripherie des zweiten Ringes durch den Druck des ersten, in Theilen ihrer eigenen Länge ausgedrückt, bezeichnet, mz die Verminderung der Spannung des zweiten Rings, die damit verbunden ist, in Theilen der Spannung $2\pi \cdot p$ bezeichnet. Bei dem zu unseren Versuchen angewandten Eisendrahte war, nach unseren Versuchen, mit einer Verkleinerung des Ringes $= 0,00000061$ eine Abspannung $= 1$ Grm. verbunden; folglich:

$$2\pi p \cdot m = \frac{1}{0,00000061}.$$

§. 2.

Durch einen Druck $= 2\pi \cdot p$ werde die Peripherie der Glasröhre um n Theile ihrer eigenen Länge verkleinert. Die Compressibilität des Glases verhalte sich zur Compressibilität des Eisens wie $n : n + r$. Die äußere Peripherie der Glasröhre verhalte sich zur Länge des auf ihr liegenden in seiner Mitte gemessenen Ringes wie $1 : 1 + r$; so ist:

$$z = \frac{(1 - mz)n + r(n + r)}{1 + r}$$

oder näherungsweise mit hinreichender Genauigkeit:

$$z = (1 - mz)n;$$

denn z , welches die Verkürzung jenes unmittelbar auf der Glasröhre aufliegenden Drahttringes bezeichnet, ist der Abspannung

Dieses neue Verfahren zur Hervorbringung eines grossen Druckes kann nun zu mancherlei physikalischen Versuchen benutzt werden. Man kann z. B. einige Eigen-

des Drahts proportional (denn wenn bei unveränderter Temperatur die Länge eines Metalledrahts vermehrt oder vermindert wird, so entsteht eine An- oder Abspannung des Drahts, die seiner Längenänderung proportional ist). Wir können daher mit $2\pi p \cdot m z$ die Abspannung desjenigen Theils des Drahts bezeichnen, der zunächst die Glasröhre umgiebt, wo $2\pi p \cdot m$ eine durch Versuche für jeden Draht auszumittelnde Constante bezeichnet. Vor der Abspannung betrug die Spannung des Drahts $2\pi p$; folglich nach der Abspannung desselben:

$$2\pi p(1 - mz),$$

welches der Druck des auf der Glasröhre unmittelbar aufliegenden Drahttrings ist. Der Druck des über dem erwähnten Drahttringe liegenden Drahttrings ist dagegen $2\pi p$; folglich der Druck beider Ringe auf die Glasröhre:

$$2\pi p + 2\pi p(1 - mz),$$

folglich hat dieser Druck, indem ein zweiter Drahttring hinzugekommen ist, um $2\pi p(1 - mz)$ zugenommen; denn früher war er $= 2\pi p$.

Ein Druck $= 2\pi p$ verkleinert die Peripherie der Glasröhre, wie oben gesagt worden ist, um n Theile; folglich hat die Zunahme des Drucks $= 2\pi p(1 - mz)$ die Peripherie der Glasröhre um $(1 - mz)n$ Theile verkleinert, denn die Verkleinerung der Peripherie der Glasröhre ist dem Drucke, den die Glasröhre erleidet, proportional. Da aber jener erstere Drahttring, dessen Verkleinerung wir betrachten, auf der Glasröhre unmittelbar aufliegt; so erleidet er in seiner Grösse dieselben Aenderungen, wie die Peripherie der Glasröhre selbst; folglich ist die Verkleinerung dieses Ringes, welche wir mit z bezeichnet haben:

$$z = (1 - mz)n.$$

Diese Formel gilt in aller Strenge von der auf der Glasröhre wirklich aufliegenden Oberfläche des Drahttringes. Wollte man aber von dem Drahttringe nicht die unmittelbar auf der Glasröhre aufliegende Oberfläche, sondern seine Mitte betrachten, so müßte man, ausser der Compressibilität der Glasröhre, auch die Compressibilität der Materie (z. B. des Eisens), aus welchem der Drahttring gebildet ist, in Rechnung ziehen, wo man findet:

$$z = \frac{(1 - m)zn + r(n + v)}{1 + r}.$$

Da aber der Draht sehr fein ist, und die Differenz zwischen

schaften der Materie, aus welcher der Cylinder besteht, damit untersuchen. Es wäre möglich, daß die Oberfläche dieser Materie einen solchen Zusammenhang hätte,

seiner Compressibilität und der Compressibilität des Glases nicht einmal sehr groß ist, so können in der zweiten Formel r und v als verschwindend betrachtet werden, wodurch man zu derselben Formel wie früher gelangt.

Aus der Gleichung

$$z = (1 - mn)n$$

ergibt sich:

$$z = \frac{n}{1 + mn}$$

$$P = \left(2 - \frac{mn}{1 + mn}\right) 2\pi \cdot p.$$

§. 3.

Wenn drei Eisendrahringe successiv auf die Glasröhre über einander gewunden werden, von denen der erste einen Druck $= 2\pi \cdot p$ ausübt, so üben alle drei Ringe zusammen auf die Glasröhre einen Druck P' aus:

$$P' = (3 - m(z + z')) 2\pi \cdot p,$$

wo z die Verkleinerung der Peripherie des zweiten Ringes durch den Druck des ersten, z' die Verkleinerung des dritten Ringes durch den Druck des ersten und zweiten bezeichnet.

§. 4.

Mit Beibehaltung der Bezeichnung in §. 2. und mit Vernachlässigung von r und v findet man:

$$z' = (2 - m(z + z'))n$$

$$z = (1 - mz')n$$

folglich:

$$z = \frac{n - mn^2}{1 + mn - m^2 n^2}$$

$$z' = \frac{2n - mn^2}{1 + mn - m^2 n^2}$$

$$P' = \left(3 - \frac{3mn - 2m^2 n^2}{1 + mn - m^2 n^2}\right) 2\pi \cdot p.$$

§. 5.

Wenn vier Eisendrahringe bei gleicher Spannung successiv auf die Glasröhre über einander gewunden werden, von denen der erste einen Druck $= 2\pi \cdot p$ ausübt, so üben alle vier Ringe zusammen auf die Glasröhre einen Druck P'' aus:

$$P'' = (4 - m(z + z' + z'')) 2\pi \cdot p,$$

wo z , z' , z'' respective die Verkleinerungen der Peripherie des

als bildete sie eine feste Decke über die tieferen Schichten. Der Druck der verschiedenen Ringe auf diese Decke wirkt dann gerade so, wie ein gleichförmiger Druck in zweiten, dritten, vierten Ringes durch den Druck der über sie aufgewickelten Ringe bezeichnen.

§. 6.

Mit Beibehaltung der Bezeichnung in §. 2., und mit Vernachlässigung von r und v findet man:

$$z'' = (3 - m(z + z' + z''))n$$

$$z' = (2 - m(z' + z''))n$$

$$z = (1 - mz'')n,$$

woraus folgt, daß

$$z = \frac{n - mn^2 - m^2n^3}{1 + 2mn - m^2n^2 - m^3n^3}$$

$$z' = \frac{2n - mn^2 - m^2n^3}{1 + 2mn - m^2n^2 - m^3n^3}$$

$$z'' = \frac{3n - m^3n^3}{1 + 2mn - m^2n^2 - m^3n^3}$$

$$P' = \left(4 - \frac{6mn - 2m^3n^3 - 3m^3n^3}{1 + 2mn - m^2n^2 - m^3n^3} \right) 2\pi \cdot p.$$

Wäre der Factor $n=0$, so würde der Druck der Drahringe auf die Glasröhre proportional mit der Zahl der Ringe zunehmen. Der Factor n ist, unseres Wissens, noch nie ausgemittelt worden, und es möchte auch schwierig seyn, durch directe Versuche n zu finden, das heißt, unmittelbar die Zusammendrückung zu messen, welche eine Glasröhre, wenn sie bloß in ihrer *Cylinderfläche* gedrückt wird, erleidet. Dagegen giebt es ein Verfahren, wodurch man die Zusammendrückung der Glasröhre bestimmt hat, wenn dieselbe bloß an ihren *Endflächen* gedrückt wird. Die dadurch entstehende Zusammendrückung der Glasröhre ist zum Beispiel von Colladon und Sturm gemessen worden (siehe diese Annalen, Bd. 88. S. 55.). Colladon und Sturm fanden, daß durch den Druck von einer Atmosphäre auf die Endflächen eines Glasstabes dieser Glasstab um 11 Zehnmilliontel seiner Länge verkürzt wurde. Nach Poissons Theorie fester, elastischer Körper nimmt bei dieser Zusammendrückung die Durchschnittsfläche des Stabes halb so viel, und folglich die Dicke oder die Peripherie des Stabes $\frac{1}{4}$ so viel zu, das ist, wenn auf die Endflächen eines Glasstabes ein Druck von einer Atmosphäre wirkt, so vergrößert sich seine Peripherie um 11 Vierzigmilliontel. — Ferner hat Poisson folgenden Satz für die Zusammendrückbarkeit fester, hohler Kugeln bewiesen (siehe diese Annalen, Bd. 90. S. 178.):

der Ausdehnung der ganzen Decke, und der Eindruck von keinem Ringe pflanzt sich einzeln und von den Wirkungen der übrigen Ringe abgesondert in's Innere der

$$A = a - \frac{(ha^3 - h'a'^3)a}{5k(a^3 - a'^3)} - \frac{(h-h')aa'^3}{4k(a^3 - a'^3)},$$

wo a und a' die Halbmesser der äusseren und inneren Oberfläche im natürlichen Zustande der Kugel, h und h' der Druck auf die äussere und innere Oberfläche, k ein von der linearen Ausdehnbarkeit der festen Körper abhängiger Factor, A der gesuchte Halbmesser der äusseren Oberfläche ist. — Wenn man annehmen kann, dass diese für feste, hohle Kugeln bewiesene Formel, auch für feste, an ihren Enden verschlossene Röhren gültig sey, (indem solche feste, an ihren Enden verschlossene Röhren, wenn sie in allen Punkten ihrer *äusseren* Oberfläche gleichen Druck erlitten, in allen ihren Theilen ähnlich blieben), so würde in unserem Falle der Druck von innen Null seyn, folglich:

$$h' = 0$$

$$A = a - \frac{ha}{k(a^3 - a'^3)} \left(\frac{a^3}{5} + \frac{a'^3}{4} \right).$$

Wenn man auf die angegebene Weise, nach Poisson's Rechnung, und nach Colladon's und Sturm's Versuchen, im Stande ist, sowohl die Zusammendrückung einer von allen Seiten (an den *Endflächen* und an der *Cylinderfläche*) gedrückten Glasröhre, als auch die Zusammendrückung einer blofs an den *Endflächen* gedrückten Glasröhre zu bestimmen, so ist man im Stande, aus diesen beiden Angaben einen Schluss auf die Zusammendrückung einer blofs an der *Cylinderfläche* gedrückten Glasröhre zu machen. — α heisse die Verkleinerung der Peripherie der Röhre, in Theilen ihrer eigenen Gröfse, wenn auf die *Endflächen* und auf die *Cylinderfläche* der Röhre ein Druck von einer Atmosphäre wirkt. β heisse die Vergrößerung der Peripherie der Röhre, in Theilen ihrer eigenen Gröfse, wenn blofs auf die *Endflächen* ein Druck von einer Atmosphäre wirkt. x heisse die unbekannte Verkleinerung der Peripherie der Röhre, in Theilen ihrer eigenen Gröfse, wenn blofs auf die *Cylinderfläche* ein Druck von einer Atmosphäre wirkt. Man sieht ein, dass

$$\alpha = x - \beta,$$

weil man zu demselben Resultate gelangen muss, wenn man sich den Druck auf die *Cylinderfläche* und auf die *Endflächen* wirklich *gleichzeitig* wirkend denkt, oder wenn man die Wirkungen, die jeder *einzeln* hervorbringt, zusammen addirt.

Materie fort. — Die Oberfläche des Glases ist nicht von der Beschaffenheit, daß sie einer festen Decke über die tieferen Schichten gleiche, und keine partiellen, wellenförmigen

Nach Poisson's obigem Satze ist:

$$\alpha = \frac{h}{k(a^3 - a'^3)} \left(\frac{a^3}{5} + \frac{a'^3}{4} \right).$$

„Es sey γ die gemessene Verlängerung eines Stabes, l die ursprüngliche Länge des Stabes, w der Querschnitt senkrecht auf die Axe, p das Gewicht, womit er belastet ist, und p' sein eigenes Gewicht, so ist, sagt Poisson (diese Annal. Bd. 90. S. 179.)

$$k = \frac{21}{5\gamma w} (p + \frac{1}{2}p').$$

Nach Colladon und Sturm wird ein 1 Meter langer Glasstab, dessen Querschnitt 13,3 Quadratmillimeter beträgt, 0,06 Millimeter durch einen Druck von 8 Kilogrammen zusammengedrückt. Folglich ist für Glas:

$$k = \frac{2 \cdot 1000}{5 \cdot 0,06 \cdot 13,3} \cdot 8000 = 4000000,$$

h ist für eine Atmosphäre und einem Quadratmillimeter als Flächeneinheit:

$$h = 10,33 \text{ Gramm},$$

$$a = \frac{24,2}{2\pi} \text{ Linien} = 8,69 \text{ Millimeter (siehe S. 4.)},$$

$$a' = a - 0,513 = 7,53 \text{ Millimeter (siehe S. 4.)}.$$

Folglich:

$$\alpha = \frac{10,33}{4000000(8,69^3 - 7,53^3)} \left(\frac{8,69^3}{5} + \frac{7,53^3}{4} \right) = 0,00000402.$$

β ist, nach Colladon und Sturm, für den Druck von einer Atmosphäre, und für einen soliden Glasstab:

$$\beta = \frac{11}{4000000} = 0,000000275,$$

folglich ist bei gleichem Drucke auf die Endflächen einer hohlen Glasröhre:

$$\beta = 0,000000275 \cdot q,$$

wo q das Verhältniß der Durchschnittsfläche der Glasröhre zu der eines soliden Glaszylinders von derselben äußeren Peripherie ist, in unserem Falle:

$$q = \frac{8,69^2}{8,69^2 - 7,53^2}$$

$$\beta = 0,00000110$$

$$x = \alpha + \beta = 0,00000512.$$

In unserem Falle beträgt der Druck auf die Oberfläche nicht

mige Eindrücke der einzelnen Drähte verstatte. Denn unsere Versuche beweisen, dafs, wenn man eine Glasröhre dem Drucke dünner, neben einander liegender ge-

eine Atmosphäre, sondern 140 Atmosphären; die Zusammen-
drückung der Glasröhre wird daher 140 Mal gröfser seyn, als x :

$$n = 140 \cdot 0,00000512 = 0,000717.$$

Indem sich für unsere Rechnung, S. 8. bis 9., hieraus der Werth von n ergeben hat, so können wir den Druck der gespannten Drahtringe auf die Glasoberfläche genauer berechnen, und wir finden, indem wir in die Formeln von P , P' und P'' , S. 8. bis 9.:

$$m = \frac{1}{0,00000061 \cdot 2\pi p}$$

und $n = 0,000717$ setzen, dafs der Druck auf 3,521 Quadratl-
nien der Glasoberfläche von:

1 Reihe von Ringen	= 26075 Grm.	= 140 Atmosphären	
2 - - -	= 52150 - 1124	= 274	-
3 - - -	= 78225 - 3266	= 402 $\frac{1}{2}$	-
4 - - -	= 104300 - 6352	= 526	-

Da übrigens der Gebrauch von Poisson's Formel in unserem Falle auf einer Voraussetzung beruht, so kann man durch wiederholte feine Versuche die Richtigkeit derselben prüfen. Aus der Natur der Sache leuchtet ein, dafs immer derselbe Druck nöthig sey, um durch neben einander und über einander aufgewundene Ringe von gleichem Drahte Glasröhren von gleicher Stärke und gleicher Weite in Ringe zu zerschneiden. Diesen gleichen Druck kann man das eine Mal durch eine stärkere Spannung des Drahts, das andere Mal durch eine gröfsere Anzahl von Ueberwindungen hervorbringen, und den Gesamtdruck durch Anwendung von Poisson's Formel berechnen, und prüfen, ob man durch diese Rechnung beide Mal zu demselben Resultat gelange.

Alle in dieser Note angestellten Betrachtungen gründen sich auf die Voraussetzung, dafs die Friction zwischen dem Eisendraht und der Glasröhre, und zwischen den neben einander und über einander gewundenen Drahttringen grofs genug sey, um jede Verschiebung des Drahts zu verhindern. In der That würde sich der Druck auf die Glasröhre ohne Ende durch Vermehrung der Lagen der Drahtumwindungen vervielfältigen lassen, wenn die Friction dem Drahte verstattete, nachdem er fest aufgewickelt worden ist, mit vollkommener Leichtigkeit sich zu verschieben und in allen seinen Punkten eine gleiche Spannung anzu-

spannter Drähte aussetzt, bei zunehmendem Druck (so dicht auch die Drahtringe an einander liegen) sie doch nicht bloß eine gemeinsame Wirkung in der ganzen Ausdehnung der Glasoberfläche hervorbringen, sondern daß jeder Ring auch für sich wirke, und der ganze Glascylinder, nach der Lage der Drahtringe, Eindrücke erhalte, und daß, wenn die *Convexität* der zwischen zwei Eindrücken (zwischen zwei Drahtringen) sich bildenden Ausbeugung der Glasoberfläche eine bestimmte Grenze überschreitet, der Glascylinder, nach den Gesetzen der *Spaltbarkeit* des Glases, in lauter feine Glasringe, oder vielmehr spiralförmige Glasspäne sich scheidet.

Wenn man aus anderen Versuchen die größte Ausdehnung, deren das Glas fähig ist, im Augenblicke, wo es zerreißt, voraussetzt, so kann man aus unsern Versuchen die Tiefe der in die Glasoberfläche gemachten Eindrücke folgern.

Nach Eytelwein *) zerreißt das Glas, wenn es seiner Länge nach ungefähr durch einen dem Drucke von 180 Atmosphären gleichem Gewichte gespannt wird. Wenn die Ausdehnung des Glases mit dem spannenden Gewichte proportional zunähme, so würde danach die Ausdehnung desselben bei der größten Spannung $\frac{1}{3000}$ betragen, da sie bei einer 180 Mal kleineren Spannung nach Colladon's und Sturm's Versuchen $\frac{1}{11}$ Zehnmilliontel beträgt (diese Annal. Bd. 88. S. 55.) (die größte Ausdehnung wird noch etwas mehr als $\frac{1}{3000}$ betragen, weil bei einer dem Zerreißen nahe kommenden Span-

nehmen, und, wenn sie gestört worden ist, wieder herzustellen. So viele Lagen von Drahtwindungen auch aufgewickelt würden, würde die erste durch den Druck der nachfolgenden zwar verkleinert, aber ihre Spannung nur für wenige Augenblicke vermindert und durch Verschiebung des Drahts bald in seiner ursprünglichen Stärke hergestellt werden.

*) Handbuch der Statik fester Körper, II. S. 262.

nung die Ausdehnung gewöhnlich etwas schneller als das spannende Gewicht wächst).



Als nun bei unserem Versuche die Ausbeugung abc des Glases zwischen zwei Drähten d und e spaltete, war die zum Bogen abc ausgelehnte Glasfaser ac wenigstens um $\frac{1}{3000}$ ihrer Länge ausgedehnt worden. Da der Bogen abc sehr klein ist, kann man ab und bc als geradlinig betrachten. Alsdann findet man die Tiefe des von jedem Draht- ringe gebildeten Eindrucks bf :

$$bf = \frac{1}{2}ac \sqrt{\frac{5001^2}{5000^2} - 1} = \frac{1}{1000}ac.$$

Nun ist aber in unseren Versuchen der Abstand zweier Ringe d und e gleich dem Durchmesser eines Ringes $= 0^{\text{lin}},1455$ (siehe S. 4.), folglich:

$$bf = 0^{\text{lin}},001455.$$

Wir haben sonach aus den über die Cohäsion des Glases gemachten Versuchen gefolgert, daß das Glas spaltet, wenn in seiner Oberfläche zwei Eindrücke von $0^{\text{lin}},001455$ Tiefe in $0^{\text{lin}},1455$ Entfernung von einander gemacht werden. Daraus und aus unseren in dieser Abhandlung mitgetheilten Versuchen ergibt sich nun ferner, daß zur Hervorbringung einer Reihe neben einander liegender Furchen in einer Glasoberfläche von $0^{\text{lin}},001455$ Tiefe mit mehreren (gleich dem Drahte) abgerundeten Kanten von $\frac{0,1455}{2}$ Linien Halbmesser auf einen Zoll Länge, jede

Kante einen Druck $> \frac{1^2}{24,2} \cdot 74959 = 37170$ Grm.

$< \frac{1^2}{24,2} \cdot 97948 = 48570$ Grm.

ausüben müsse (siehe S. 4. und 12.). Denn bei einem Drucke von 74959 Grm. jedes 24,2 Linien langen Draht- rings spaltete das Glas noch nicht, und der Eindruck der Ringe war folglich noch nicht $0^{\text{lin}},001455$ tief; bei einem Drucke von 97948 Grm. dagegen spaltete die Glasröhre, und der Eindruck in die Glasoberfläche betrug dabei entweder gerade $0^{\text{lin}},001455$, oder er betrug wenig mehr. Die

Drahtringe, deren jeder mit 526 Atmosphären (durch seine eigene Spannung und durch die Spannung der über ihn befindlichen Ringe) auf eine 24,2 Linien langen Glasstreifen drückte (siehe S. 5.) brachten nach S. 12. eine gemeinschaftliche Eindrückung der ganzen Oberfläche des Cylinders hervor, welche wir durch Anwendung von Poisson's Formel in Theilen seines Halbmessers gefunden haben:

$$= 526 \cdot 0,00000512$$

oder in Pariser Linien:

$$= 526 \cdot 0,00000512 \cdot \frac{24,2}{2\pi} \text{ Linien}$$

$$= 0,01037 \text{ Linien.}$$

Diese Drähte brachten aber auch wellenförmige Aus- und Einbeugungen hervor, deren größter Vertical-Abstand 0,001455 Linie

betrug. Die Verkleinerung des Halbmessers der Glasröhre durch den gemeinschaftlichen Eindruck aller Ringe verhielt sich daher zum partiellen Eindruck jedes einzelnen Ringes, wie 7:1, oder, mit anderen Worten, die von den Ringen hervorgebrachten wellenförmigen Unebenheiten waren ungefähr 7 Mal so klein, als die Zusammendrückung der Röhre.

Es scheint für die Praxis vielfach wichtig zu seyn, solche Eindrücke in die Oberfläche der Körper berechnen zu können, sowohl um die Gefahr des Spaltens in jedem Falle zu bestimmen, als auch um die von den Unebenheiten herrührenden Hindernisse berechnen zu können. Wir werden daher diese Versuche in Zukunft weiter fortsetzen.

Wir beschließen diesen Aufsatz mit einem Versuche, den wir zuletzt noch mit zwei Stücken eines dicken cylindrischen Glasstabes, der in seiner Mitte einen nur sehr kleinen röhrenförmigen Canal hatte, angestellt haben. Das erste Stück hatte einen Umfang von $16\frac{3}{4}$ Pariser Linien, und der Durchmesser des kleinen Canals in

seiner Mitte war $0^{\text{h}}76$. Wir wickelten auf denselben den schon früher beschriebenen Eisendraht, bei 4250 Grm. Spannung, zehn Mal über einander, und die Festigkeit des Stabes widerstand der GröÙe des Drucks, der auf diese Weise hervorgebracht wurde. Als der Draht wieder abgewickelt worden war, fanden wir den Cylinder noch ganz, aber seine Oberfläche fein gerieft, wie als wäre sie mit einer feinen Diamantspitze geritzt, so fein, wie man die Glasmikrometer zu machen pflegt. Diese Riefen waren nicht kleine vom Drahte abgerissene und auf dem Glasstab festgedrückte Eisentheilchen, denn diese Riefen blieben unverändert, als der Glasstab in Salzsäure getaucht wurde, sondern es waren, wie man durch das Auge und durch das Mikroskop erkannte, kleine Ritzen in der Oberfläche des Glasstabes. Der Druck auf den Glasstab war also wirklich groß genug gewesen, um die Oberfläche des Glases zu zersprengen. Wenn aber bei einem dicken Glasstabe die Oberfläche spaltet, so setzt sich dieser Spalt nicht nothwendigerweise durch die ganze Dicke des Stabes fort, sondern es wird, wie unser Versuch beweist, eine kleinere Kraft erfordert, um bloß die Oberfläche des Glasstabes, eine größere Kraft, um einen Glasstab seiner ganzen Dicke nach zu spalten. — Um die letztere Kraft zu messen, welche nöthig ist, um einen Glasstab seiner ganzen Dicke nach zu spalten, haben wir ein zweites Stück des Glasstabes, das einen Umfang von 12,9 Linien hatte, und bei welchem der Durchmesser des kleinen röhrenförmigen Canals in seiner Mitte $0^{\text{h}}5$ betrug, mit demselben Draht umwickelt, während derselbe mit 6250 Grm. gespannt war. Als wir sechs Lagen von Drahtwindungen über einander aufgewickelt, und einige Windungen der siebenten Lage gebildet hatten, sprang die Röhre an der Stelle, wo sich der letzte Reif befand, quer durch, die Bruchfläche war ziemlich glatt, und zeigte an einigen Stellen den Anfang von kleinen Blättchen, welche der Draht von der übrigen Glasmasse losgespaltet hatte.

hatte. Einige feine gläserne Kreisscheiben fielen auf den Boden im Augenblicke des Zerspaltens. Diese Kreisscheiben waren wahrscheinlich schon ehe sie fielen in mehrere Stücke gebrochen, und wurden beim Auffallen in noch kleinere Segmente gespalten. Ich habe oben gesagt, daß nicht die erste Windung der siebenten Lage von Windungen im Stande gewesen war, das Durchspalten des Glasstabes zu bewirken, sondern daß erst nach mehreren Windungen (ungefähr nach 6 Windungen) die völlige Zerspaltung des Glasstabes eintrat. Wenn aber auch die sechs ersten Windungen der siebenten Lage kein Durchspalten des Glasstabes bewirken konnten, so hatten sie doch die Oberfläche der Glasröhre gesprengt, ja einige sogar Spalten gebildet, welche mit dem Auge bis ungefähr zum vierten Theile der Dicke des Stabes gut sichtbar waren.

II. *Versuche über den Widerstand des Blei's beim Zerdrücken, und über den Einfluss eines unbestimmbaren Oxydgehalts auf die Härte desselben; von Hrn. C. Coriolis.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLIV. p. 103.*)

Veranlaßt durch eine an die Brücken- und Wegebau-meister erlassene Aufforderung, für die Brückenwagen minder kostspielige Wägemittel aufzusuchen, bei denen man nöthigenfalls nur ein Rad zu wägen brauche, habe ich einige Versuche angestellt, um starke Drucke durch den Grad der Zerdrückung eines Stückes Blei zu messen, welches, in einer zweckmäfsig eingerichteten Eisenbüchse befindlich, ein Rad eines Wagens auf kurze Zeit tragen muß. Einerseits die Schwierigkeit, recht homogene Stücke Blei zu bekommen, und andererseits

der grofse Einflufs, den die Dauer des Drucks auf den Grad der Zerdrückung ausübt, haben mich überzeugt, dafs diefs Verfahren nicht practisch ist. Deshalb beschreibe ich auch hier nicht den Apparat, welchen ich eingerichtet hatte, um das Zerdrücken auf eine bequeme und regelmässige Weise hervorzubringen und den Grad desselben genau zu messen; ich will nur einige Resultate mittheilen, welche vielleicht in den Künsten, wo man Blei verarbeitet, einiges Interesse haben.

Die Bleistücke, die ich dem Zerdrücken aussetzte, waren Cylinder von 24 Millimeter Durchmesser und 19 Millimeter Höhe, 100 bis 101 Grm. schwer. Die Scale, die zur Messung der Dicken diente, gab vor dem Zerdrücken 680 Abtheilungen an, so dafs eine jede $\frac{1}{36}$ Millimeter betrug; sie wurden durch eine Messungsweise, welche die Dicken vergrößerte, sichtbar gemacht. Das zum Zerdrücken bestimmte Blei wurde zwischen zwei Eisenplatten gebracht, die eine Art Büchse bildeten, in welcher sich das Blei beim Zerdrücken ausbreiten konnte. Der Deckel dieser Büchse trug einen Stahlknopf, welcher dem Rade als Stützpunkt diente. Durch eine Wagenwinde wurde das Rad gehoben und sehr langsam auf jenen Knopf niedergelassen.

Die Haupteinflüsse zu untersuchen waren: die Beschaffenheit und Temperatur des Blei's, die Dauer des Drucks, die mehr oder weniger langsame Aufsetzung der Last auf den Knopf, und endlich der Zustand der Oberflächen der Eisenplatten, zwischen welchen das Zerdrücken geschah.

Die Schwierigkeit der Versuche bestand darin, diese verschiedenen Einflüsse von einander zu sondern. Diefs ist zwar in aller Strenge nicht möglich; doch gelang es endlich, die auf die Beschaffenheit des Blei's Bezug habenden auszuscheiden.

Um erstlich den Einflufs der Dauer des Drucks auf das Blei zu entfernen, begann ich damit, das Rad nur

eine Minute lang auf der Büchse stehen zu lassen, genau gemessen vom Moment, wo die Winde die Achse nicht mehr unterstützte, bis zum Moment, wo sie anfang dieselbe zu heben.

Um mich hierauf zu versichern, dafs beim Niederlassen des Rades auf die Büchse kein Stofs ausgeübt werde, der auf die Resultate zu sehr eingewirkt hätte, nahm ich ein Bleistück, das eine Minute lang durch eine Last von 1500 Kilogrm. vom Rade zerdrückt worden war. Seine anfängliche Dicke von 680 war dadurch auf 459 herabgebracht worden. Dasselbe Blei legte ich auf zwei Minuten unter das Rad; seine Dicke war nur auf 418 herabgekommen. Ich nahm hierauf ein anderes Bleistück, welches, unter derselben Last, in einer Minute auf 462 reducirt worden war. Ich legte es in die Büchse und setzte es zwei Minuten lang dieser Belastung aus, aber zu acht verschiedenen Malen, jedesmal auf die Dauer einer Viertelminute. Diefs letztere Bleistück hatte also sieben Mal öfterer, als das erstere, die lebendige Kraft der Niederlassung des Wagens erlitten. Seine Dicke war indeß dadurch nur auf 399 herabgebracht worden, was für die sieben Stöße nur 19 Theile der Scale, oder ungefähr 3 Theile für einen Stofs ausmacht. Ich habe diese Art von Vergleichung mehrmals mit den stärksten Lasten, die ich wägen konnte, wiederholt, und dabei so unbedeutliche Unterschiede erhalten, dafs ich dadurch zu dem Schlufs gebracht bin, dafs die mehr oder weniger starken Stöße, welche bei den leicht zu nehmenden Vorsichtsmafsregeln noch vorkommen, keine Unterschiede geben, welche mit denen vergleichbar wären, die, wie man sehen wird, von der Beschaffenheit des Blei's und der beim Giefsen desselben angewandten Schmelzweise herühren.

Nachdem ich hiedurch den Einflufs der Dauer des Drucks und den des Stosses, der beim Niederlassen des Rades erfolgt, bei Seite geschafft hatte, blieb mir noch

der Einfluss der Beschaffenheit und der Temperatur des Blei's, so wie der des Zustandes der Oberflächen der Büchse zu untersuchen übrig. Was die beiden letzteren Einflüsse betrifft, so verschwinden sie immer gegen die übrigen. Bei den folgenden Versuchen habe ich das Blei bald auf 20 bis 30° C. erwärmt, bald in Eis gestellt; allein ich habe keinen Unterschied wahrgenommen, der nicht durch den von der Natur des Metalles bedingten versteckt worden wäre. Man wird leicht einsehen, dass die Temperatur wenig Einfluss haben könne, wenn man bedenkt, dass das Zerdrücken allein so viel Wärme entwickelt, dass man dabei kaum das Blei mit der Hand berühren kann *); diese entwickelte Wärme muss folglich den Einfluss der anfänglichen Temperatur vermindern. Durch Anwendung der Büchse, einmal so wie sie frisch aus der Feile hervorgegangen war, und ein ander Mal, nachdem sie durch Stehenlassen sich mit etwas Rost bekleidet hatte, habe ich erkannt, dass eine gröfsere oder geringere Politur der Oberflächen keinen Einfluss ausübt, der nicht von der Natur des Blei's verdeckt würde. Ich werde mich daher nur mit diesem letzteren beschäftigen.

Die folgenden Versuche sind demnach mit verschiedenen Arten Blei angestellt, erstlich bei gleicher Belastung, und darauf bei verschiedenen Belastungen.

Der Wagen stand im Niveau und die Last war recht gleichmäfsig auf beide Räder vertheilt, so dass der Druck eines jeden die Hälfte von dem, auf einer Brückenwage bestimmten Gewicht des Wagens betrug.

Die Dauer des Drucks betrug bei jedem der folgenden Versuche eine Minute.

*) Eine höhere Temperatur hat indess einen sehr bedeutenden Einfluss auf die Dehnbarkeit des Blei's; denn, wenn man es bis nahe zu seinem Schmelzpunkt erhitzt, wird es so spröde, dass es sich durch einen Schlag in Stücke trennen lässt P.

**Käufliches Blei, von einem Klotze genommen und ohne
Vorsichtsmafsregeln gegen die Oxydation ausgegossen.**

Belastung 1500 Kilogramme.

Dicke des Cylinders vor dem Zerdrücken: 680, nach demselben: 493, 492, 487, 491, 466, 546, 491, 494, 535, 465, 525, 475, im Mittel also: 503.

Da dieses Blei zu grofse Unterschiede in den Dicken darbot, so mufste ich es verlassen. Ich nahm daher reines Blei, welches folgende Resultate lieferte.

**Frischblei aus Münzen, ohne Vorsichtsmafsregeln
gegen die Oxydation geschmolzen.**

Belastung 1500 Kilogramme.

Dicke nach dem Zerdrücken: 464, 471, 462, 459, 462, 463. Mittel 463.

Belastung 1824 Kilogramme.

Dicke nach dem Zerdrücken: 335, 335, 337. Mittel 336.

Belastung 1950 Kilogramme.

Dicke nach dem Zerdrücken; 341, 336, 337, 339, 331. Mittel 337.

Belastung 3175 Kilogramme.

Dicke nach dem Zerdrücken: 294, 303, 303, 293, 292, 293, 293, 295. Mittel 296.

Aus diesen Versuchen folgt, dafs, für eine Zunahme der Belastung von 1675 Kilogrm., der Mittelwerth der Dicken von 463 auf 236 herabkommt, also etwa um 10 Einheiten auf 100 Kilogrm. zwischen Belastungen von 1500 bis 3000 Kilogrm. Da die Variationen bei einer und derselben Wägung hier in der Gränze von 12 Einheiten bleiben, so kann man, zwischen 1500 und 3000 Kilogrm., die Gewichte auf etwa 120 Kilogrm. schätzen, wenn man sich des Blei's bedient, welches ich zu diesen Versuchen anwandte.

Als ich jetzt dasselbe Blei noch einmal umschmolz,

fand ich, dafs dadurch sehr beträchtliche Unterschiede entstanden waren.

Folgendes waren die Resultate, immer für einen Druck von der Dauer einer Minute.

Dasselbe Blei, mehr mit Oxyd gemischt, wie bei den ersten Versuchen, weil es noch einmal umgeschmolzen worden war.

Belastung 1500 Kilogramme.

Die ursprüngliche Dicke von 680 sank herab auf 487, 495, 492, 487, 483, 491, 495. Mittel 490.

Dasselbe Blei unter verschiedenen Belastungen.

Last 1564 Kilogr.,	Dicke nach dem Zerdrücken	485
- 1596	- - - -	477
- 1685	- - - -	471.

Man sieht, dafs das Blei, welches vor der Umschmelzung durch eine Belastung von 1500 Kilogr. auf 463 zusammengedrückt wurde, hier nur auf 490 herabkam.

Um die Unterschiede der Härte, die durch das Umschmelzen verursacht wurden, noch mehr zu erweisen, versuchte ich die Oxydbildung durch Zusatz von Talg und Harz zu dem Blei zu verhindern; allein es schien, dafs diese Substanzen, da sie zu rasch verbrennen, weder die Bildung von neuem Oxyd verhindern, noch das schon vorhandene reduciren können. Denn ich fand noch sehr grofse Unterschiede, in dem Maafse, als ich dasselbe Blei umschmolz. Hier die Belege dazu.

Blei aus kohlensaurem Oxyd reducirt, und unter ziemlich häufiger Anwendung von desoxydirenden Mitteln geschmolzen.

Belastung 1950 Kilogramme.

Das Blei hatte immer vor dem Zerdrücken die Dicke von 680; nach demselben war sie: 336, 341, 325, 337, 339, 322. Das Mittel 333.

Als dasselbe Blei ein zweites Mal geschmolzen wurde,

und dadurch etwas mehr Oxyd als im vorhergehenden Versuch enthielt, kam es unter derselben Belastung auf folgende Dicken herab: 347, 349, 347, 352, 355, 363, 355, 344, 342, 341, 359. Mittel 351.

Dasselbe Blei, als es durch ein drittes Umschmelzen noch etwas mehr Oxyd aufgenommen hatte, kam unter derselben Belastung auf: 402, 369, 402, 365, 395, 408, 405, 419, 408, 404, 408. Mittel 398.

Man sieht also, dafs, ungeachtet der desoxydirenden Stoffe, die ich angewandt, das Blei bei jeder neuen Schmelzung an Härte zunahm.

Um zu sehen, ob diese Vermehrung der Härte wirklich von einem Oxydgehalt herrühre, wiederholte ich die Versuche in der Art, dafs ich das Blei schmolz, ohne ihm die geringste Berührung mit der Luft zu lassen. Zu dem Ende versah ich den Tiegel am Boden mit einem Hahn von Kupfer, und hielt die Oberfläche des schmelzenden Blei's beständig mit einer sehr dicken Schicht von Kohlenpulver bedeckt. Ueberdies rührte ich das Blei mit einem Holzstab um, damit das Oxyd sich auf die Oberfläche begeben und damit es zugleich noch etwas desoxydirt werde. Das Ausgiefsen geschah durch den Hahn sehr leicht, ohne dafs man die Oberfläche des Metalls zu berühren brauchte.

Ich wollte zugleich sehen, ob die Temperatur des Metalls, im Augenblick der Schmelzung, Einflufs auf die Härte desselben habe. Zu dem Ende schmolz ich, bei jedem Gufs, die eine Hälfte der Stücke bei Rothglühhitze, und die andere Hälfte bei möglichst niedriger Temperatur. Diefs gab folgende Resultate:

Reines Blei aus kohlen-saurem Oxyd reducirt; einmal und wohl bedeckt geschmolzen. Dauer des Drucks immer eine Minute.

Belastung 1760 Kilogramme.

Die ursprüngliche Dicke von 680 kam herab auf: 290, 303, 306, 312, 312, 302, 297, 314, 290, 297, 295, 295. Mittel 303.

Dasselbe Blei ein zweites Mal geschmolzen und derselben Last ausgesetzt: 307, 307, 313, 316, 318, 315, 316, 321, 315, 305, 315, 315, 315, 295, 301. Mittel 311.

Dasselbe Blei ein drittes Mal geschmolzen, unter dieselbe Last gebracht: 315, 295, 298, 305, 297, 305, 305, 295. Mittel 301.

Da bei jedem Guß die erste Hälfte der Proben aus Blei bestand, das bei Rothglühhitze geschmolzen war, so sieht man schon, daß die Temperatur der Schmelzung keinen merklichen Einfluß hat. Vergleicht man einen Guß mit dem andern, so sieht man, daß hier keine Zunahme der Härte mehr stattfindet, wie im Fall, wenn das Blei nicht beständig gegen den Zutritt der Luft geschützt ist. Man kann demnach die Vermehrung der Härte, welche sich bei wiederholten Umschmelzungen zeigt, wenn das Blei nicht bedeckt worden ist, nur dem wenigen Oxyd zuschreiben, welches sich an der Luft gebildet hat.

Man kann schon aus dem ersten Guß ersehen, daß die Härte durch die Bedeckung des Blei's mit Kohlen abgenommen hat. Denn die mittlere Dicke des unter Bedeckung geschmolzenen Blei's ist 303 für eine Last von 1760 Kilogr., während dasselbe reine Blei, wenn es beim Schmelzen nicht beständig bedeckt gehalten und nicht am Boden des Tiegels abgelassen worden war, unter einer Last von 1950 Kilogr., nur auf die Dicke von 333 herabkam. Diese letztere Belastung würde aber dem vo-

rigen Blei eine Dicke von 283 gegeben haben; mithin war das unter Bedeckung geschmolzene Blei dehnbarer.

Um zu sehen, ob eine Minute für die Dauer der Belastung zweckmäfsig sey, um sich nicht durch Fehler in der Zeitbestimmung zu grofsen Fehlern in der Gewichtsbestimmung auszusetzen, untersuchte ich jetzt sorgfältiger als zuvor den Einfluß der Dauer des Drucks. Da ich kein Blei mehr besafs, welches unter Bedeckung geschmolzen war, so war ich genöthigt, mich eines Blei's zu bedienen, welches ein zweites Mal geschmolzen und von der Oberfläche abgegossen war.

Reines Blei ein zweites Mal und ohne Bedeckung geschmolzen, etwas Oxyd enthaltend.

Gröfse der Belastung 1500 Kilogrm.			
Dauer derselben: 5"		Dicke: 506	
-	-	10	503
-	-	15	502
-	-	20	498
-	-	25	501
-	-	30	501
-	-	35	499
-	-	40	497
-	-	45	491
-	-	50	487
-	-	55	483
-	-	60	485
-	-	65	483
-	-	75	483.

Man sieht, dafs nach etwa einer Minute der Einfluß der Zeit gegen den ihm entgegengesetzten der Natur des Blei's unmerklich zu werden anfängt.

Hier noch andere analoge Versuche bei einer stärkeren Belastung:

Reines Blei, ein erstes Mal ohne Bedeckung geschmolzen und mit etwas Oxyd gemengt.

Gröfse der Belastung 1950 Kilogrm.

Dauer derselben:	30"	Dicke:	365
-	-	45	- 331
-	-	60	- 322
-	-	75	- 321
-	-	90	- 319
-	-	120	- 313

Man sieht, dafs bei diesen, wie bei den vorhergehenden Versuchen, nach Verlauf von einer Minute, zehn Secunden die Dicke nicht um zwei Einheiten der Scale abändern.

Der Gang des Zerdrückens bei einer über zwei Minuten verlängerten Dauer der Belastung interessirte mich nur noch in Bezug auf die Wägung von Wagen; allein es war doch interessant, davon eine Idee zu bekommen. Ich machte deshalb die folgenden Versuche mit dem Blei, welches ich noch zu meiner Verfügung hatte.

Reines Blei, ein zweites Mal ohne Bedeckung geschmolzen.

Gröfse der Belastung 1950 Kilogrm.

Dauer derselben:	60"	Dicke:	355
-	-	16'	- 299

Reines Blei, unter Bedeckung einmal geschmolzen.

Gröfse der Belastung 1760 Kilogrm.

Dauer derselben:	1 Minute	Dicke:	317
-	-	1 Stunde	- 245
-	-	24 Stunden	- 223

Man sieht also, dafs das Blei noch nach einer Stunde zu keinem festen Zustand gekommen ist; es fährt noch über diese Zeit hinaus fort sich zusammenzuziehen.

Ich habe diese Versuche, was die Möglichkeit der

Anwendung des Zerdrückens von Blei zu Wägungen betrifft, nicht weiter fortgesetzt.

Wie unvollkommen sie auch sind, so zeigen sie doch, daß das Blei, während der geringen Zeit, die zu seinem Schmelzen erforderlich ist, selbst wenn man desoxydierende Mittel anwendet, durch eine auf seiner Oberfläche gebildete geringe Menge von Oxyd merklich in seiner Härte abgeändert wird; und daß man das Blei, wenn seine Dehnbarkeit nicht geschwächt werden soll, unter Bedeckung schmelzen und am Boden des Tiegels, unter steter Verwahrung gegen den Zutritt der Luft, ablassen muß.

III. Ueber den Zusammenhang zwischen Brechungsvermögen und Polarisationswinkel an Körpern von einfacher Strahlenbrechung; von August Seebeck.

(Auszug aus einer Dissertation: *Observationes de corporum lucem simpliciter refringentium angulis polarisationis. Berol. 1830.*)

Nachdem Malus die Entdeckung gemacht hatte, daß dem Lichte jene Eigenschaft, die es bei der doppelten Strahlenbrechung erlangt, und welche von ihm mit dem Namen *Polarisation des Lichts* bezeichnet worden ist, auch mitgetheilt wird, wenn dasselbe von einer nicht metallischen spiegelnden Fläche zurückgeworfen wird, und daß es für jeden Körper einen bestimmten Einfallswinkel giebt, bei welchem diese Eigenschaft vollkommener stattfindet, als bei jedem andern, es sey größern oder kleinern Einfallswinkel; suchte er vergebens eine Relation zwischen der Gröfse dieses Winkels (des sogenannten *Polarisationswinkels*) und zwischen den übrigen physischen, namentlich optischen Eigenschaften des spiegl-

den Körpers aufzufinden. Malus fand zwar (*Théorie de la double Réfraction*, p. 224.), daß der Polarisationswinkel im Allgemeinen größer ist für Körper von stärkerem Brechungsvermögen; auch giebt er (ebend. p. 225.) die Relation zwischen dem Polarisationswinkel bei der äusseren und dem bei der inneren Spiegelung an einem und demselben Körper; aber eine Relation jedes dieser beiden Winkel zu den übrigen Eigenschaften des spiegelnden Körpers zu finden ist ihm nicht gelungen, wie man dies aus einem Briefe an Gilbert (S. dessen Annalen, 1811, 1. Stück) und besonders aus seiner Abhandlung vom 11. März 1811 (Vergl. Gilb. Ann. 1811, 7. Stück) sieht, wo er ausdrücklich sagt: *„J'ai déterminé sur beaucoup de substances l'angle de réflexion sous lequel la lumière incidente est le plus complètement polarisée et j'ai reconnu que cet angle ne suit ni l'ordre des puissances réfractives ni celui des forces dispersives. C'est une propriété des corps indépendante des autres modes d'actions qu'ils exercent sur la lumière.“*

Um so überraschender mußte es seyn, daß Brewster (*Philos. Trans.* 1815) aus seinen Messungen ein äußerst einfaches Gesetz ableitet, wonach der Polarisationswinkel lediglich eine Function des Brechungsvermögens des spiegelnden Körpers ist. Dies Gesetz lautet nämlich: *Der Brechungs-Index ist gleich der Tangente des Polarisationswinkels.* Dasselbe kann auch auf folgende Weise ausgedrückt werden: Im Falle der vollkommensten Polarisation durch Spiegelung der Oberfläche eines durchsichtigen Körpers bildet der gespiegelte Stral einen rechten Winkel mit dem gebrochenen.

Brewster theilt seine Messungen in einer Tabelle mit, welche für folgende 18 Substanzen: Luft, Wasser, Flusspath, Obsidian, Vogelleim, Gips, Bergkrystall, opalfarbiges Glas, Topas, Perlmutter, Kalkspath, orangefarbiges Glas, Spinell, Zirkon, Antimonglas, Schwefel, Diamant, Rothbleierz, die nach jenem Gesetz aus dem Bre-

chungsverhältniß berechnet, und die unmittelbar beobachteten Werthe der Polarisationswinkel nebst den Differenzen beider enthält. Diese Differenzen erstrecken sich von $+25'$ bis $-32'$; die Summe der positiven ist $85'$, die der negativen $174'$, was nicht unbeträchtlich erscheint, wenn man bedenkt, daß die beobachteten Werthe Mittelwerthe aus einer großen Anzahl von Beobachtungen sind. Jedoch sind diese Differenzen wohl nicht bloß den zufälligen Beobachtungsfehlern zuzuschreiben. Denn erstlich enthält die Tabelle sechs oder sieben Körper von doppelter Strahlenbrechung. Nun ist es aber nicht nur einleuchtend, daß das Brewster'sche Gesetz nicht bestimmt ausspricht, wie für solche die Berechnung des Polarisationswinkels zu machen sey, sondern es zeigt sich auch bei genauerer Untersuchung, daß an diesen Körpern die Polarisationswinkel, je nach der verschiedenen Lage der spiegelnden Fläche und der Spiegelungsebene gegen die optischen Axen der Krystalle, merklich verschieden ausfallen, wie Brewster selbst in einer späteren Abhandlung (*Philos. Trans.* 1819) gezeigt hat. Diese Unterschiede sind so beträchtlich, daß sich daraus viel größere als die in Brewster's Tabelle vorkommenden Differenzen erklären würden. — Was dagegen die Körper von einfacher Strahlenbrechung anlangt, so zeigt nach Brewster's Angabe Eine Klasse derselben, die Gläser nämlich, sehr beträchtliche Abweichungen von dem Gesetze der Tangenten, die er jedoch nur für scheinbare Ausnahmen hält, indem durch eine beim Liegen an der Luft erzeugte chemische Veränderung der Oberfläche das Brechungsvermögen dieser Oberfläche und folglich der Polarisationswinkel geändert werde, während das Brechungsvermögen der übrigen ganzen Masse unverändert bleibe. Es scheint am Einfachsten, diesem Uebelstande dadurch abzuheffen, daß man den Polarisationswinkel an frisch geschliffenen Flächen der Gläser untersucht. Brewster führt jedoch nicht an, daß er einen solchen Ver-

such gemacht habe. Was übrigens auch die Ursache dieser Anomalie an den Gläsern sey, so wird es denkbar seyn, daß etwas Aehnliches mehr oder weniger auch für die übrigen untersuchten Oberflächen statt gefunden und jene beträchtlicheren Differenzen in den von Brewster erhaltenen Resultaten veranlaßt habe. — Dazu kommt vielleicht noch der Umstand, daß Brewster nicht bei allen untersuchten Substanzen den Polarisationswinkel an denselben Exemplaren gemessen zu haben scheint, welche zur Bestimmung des Brechungsverhältnisses gedient hatten; eine Bedingung, die wenigstens an den Körpern unerläßlich scheint, für welche die verschiedenen Angaben des Brechungsverhältnisses so beträchtlich unter einander abweichen, wie dieß z. B. für Antimonglas und für Diamant der Fall ist.

Es schien mir daher nicht überflüssig, die Untersuchung über diesen Gegenstand zu wiederholen, wobei ich es für nothwendig hielt, dieselbe zunächst auf Körper von *einfacher Strahlenbrechung* zu beschränken, und zwar meine Aufmerksamkeit besonders auf die *Glassorten* zu richten, und, durch möglichst genaue Bestimmung sowohl des Brechungsverhältnisses als des Polarisationswinkels an *denselben* Stücken, das Brewster'sche Gesetz für diese Klasse von Körpern nochmals mit der Erfahrung zu vergleichen.

Was zuerst die Bestimmung des Brechungsverhältnisses betrifft, so geschah dieses durch Messung der durch Prismen bewirkten Ablenkung des Lichts. Das Instrument, welches ich hiezu angewandt habe, kommt in der Hauptsache mit dem von Fraunhofer (Denkschr. der baier. Acad. 1814 und 1815; und Gilb. Ann. 1817, 7. St.) zu gleichem Zwecke gebrauchten überein *). Nur befin-

*) Das Instrument, welches Hr. Prof. Rudberg zu demselben Behufe gebraucht (siehe Poggend. Ann. 1828, No. 9.) unter-

det sich die Scheibe, welche das Prisma trägt über dem Centrum des Limbus, um die aus deren excentrischer Stellung entstehende Parallaxe zu vermeiden. Auch ist eine Regel nebst Fernrohr, wie sie Fraunhofer anwandte, um den Einfallswinkel zu messen, bei dem von mir angewandten Verfahren nicht nothwendig. Ich stellte nämlich das Prisma vor dem Fernrohre des Instruments so auf, daß ich nicht nur das vom Prisma gebrochene, sondern auch sowohl das direct einfallende, als das von der hinteren (dem Fernrohr zugekehrten) Fläche des Prisma's gespiegelte Licht einer entfernten Lampe beobachten konnte. Der Unterschied, der bei der ersten und zweiten dieser Beobachtungen angezeigten Winkel giebt die Ablenkung des Lichts, und der Unterschied bei der zweiten und dritten angezeigten Winkel giebt das Doppelte des Winkels, welchen die hintere Fläche des Prisma's auf der Axe des Fernrohrs bildet. Aus diesen beiden Größen, verbunden mit dem Neigungswinkel des Prisma's, welcher mittelst desselben Instruments durch Spiegelung gemessen wurde, ergiebt sich das Brechungsverhältniß. Diefs Verfahren gewährt den Vortheil, nicht bloß beim Minimum der Ablenkung, sondern bei verschiedenen Einfallswinkeln messen zu können.

Auf diese Weise fand ich für die untersuchten Substanzen folgende Werthe des Brechungs-Index, welche für den mittleren Theil des Spectrums einer Oellampe gelten:

Farbloser Flussspath	1,4341
Grünlich-bläulicher Flussspath	1,4343
Gemeiner Opal	1,4516
Glas <i>A.</i> , farbloses englisches Tafelglas	1,5130
Glas <i>B.</i> , farbloses Tafelglas	1,5266
Glas <i>C.</i> , englisches Crown Glas	1,5321

scheidet sich hauptsächlich dadurch, daß an demselben die Scheibe, welche das Prisma trägt, an der Bewegung des Fernrohrs und der Alhidade nicht Theil nimmt.

Glas <i>D.</i> , englisches Crown Glas (wahrscheinlich bleibaltig)	1,5523
Glas <i>E.</i> , englisches Flintglas	1,5783
Glas <i>F.</i> , englisches Flintglas	1,6206
Pyrop	1,8136
Gelbe Blende	2,3692

Um andererseits die Polarisationswinkel zu messen, dient das in Fig. 1. Taf. I. abgebildete Instrument. — *AAA* ist ein getheilter Kreis von 6 Zoll Durchmesser, der in verticaler Stellung unbeweglich stehen bleibt. Die Alhidade *BC* trägt bei *C* den Nonius, welcher die Winkel bis 1 Minute anzeigt. Sie erhält ihre Bewegung durch das an ihrem anderen Ende befindliche, auf dem gezähnten Rande des Kreises laufende Trieb *B*. An die Alhidade ist mit den Schrauben *a, a* ein messingener Rahmen *bbb* angeschraubt, dessen obere Fläche senkrecht gegen den Limbus steht und der Collimationslinie der Alhidade entspricht, und in dessen kreisrunden Ausschnitt ein messingener Ring *ccc* von 10 Lin. Durchmesser eingelassen ist, so daß der Ring in dem Rahmen gedreht werden kann. In diesen Ring wird bei *X* die zu untersuchende Fläche mit Wachs so eingesetzt, daß sie mit der oberen Fläche des Rings und des Rahmens in einer Ebene liegt, also mit einer durch die Collimationslinie der Alhidade winkelrecht gegen den Limbus gelegten Ebene coincidirt. — An der Stelle, wo 0° angeschrieben ist, trägt der Kreis eine fast 2 Zoll lange, innen geschwärzte Röhre *dd'*, welche ganz verschlossen ist, und nur an ihrer vorderen und hinteren Wand bei *d* und *d'* eine feine Oeffnung hat, durch welche von einer Oellampe *D* ein Lichtpinsel *dd'X*, parallel dem durch 0° und 180° gezogenen Durchmesser, nach der Mitte des Ringes *cc*, also auf die zu untersuchende Fläche *X* fällt. Unter den vorausgesetzten Bedingungen giebt der Nonius unmittelbar den vom
Licht-

Lichtpinsel mit der Fläche gebildeten Winkel an, d. h. das Complement des Einfallswinkels. — Der Lichtpinsel dX wird nun von der Fläche X reflectirt, und dieses reflectirte Licht ist durch die Spiegelung mehr oder weniger vollkommen polarisirt. Wenn man daher durch ein Stück Kalkspath, dessen Hauptschnitt entweder dem Limbus parallel oder rechtwinklig gegen denselben ist, das gespiegelte Bild der Oeffnung d' betrachtet, so wird man zwei Bilder wahrnehmen, von denen das eine viel weniger intensiv ist, als das andere. Will man nun den Einfallswinkel finden, bei welchem die Polarisation des gespiegelten Lichtpinsels am vollkommensten ist, d. h. wo jenes schwächere Bild sein Minimum der Lichtstärke erreicht, so muß das mit dem Kalkspath bewaffnete Auge des Beobachters dem gespiegelten Strale folgen, während die Alhidade hin und her geführt wird. Damit dies mit Bequemlichkeit geschehen könne, ist an dem Instrument folgende Einrichtung getroffen. An der hinteren Seite des Kreises ist eine zweite Alhidade EG angesetzt. Diese trägt 1) einen gezähnten Bogen ee , dessen Zähne in die Zähne des Triebs B eingreifen, und 2) an diesem Bogen eine runde Kapsel Fff , deren eine Seite ff ganz offen ist, die andere aber bei F eine Oeffnung von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser hat. Jeder Zahn, sowohl des Bogens ee als des Kreises AAA , beträgt 1 Grad. Indem nun das Trieb B von der einen Seite in die Zähne des feststehenden Kreises AAA , von der anderen in die des beweglichen Bogens ee eingreift, bewegt es, wenn es gedreht wird, 1) sich selbst in Beziehung auf den Kreis AAA , zugleich aber 2) den Bogen ee in Beziehung auf sich um eben so viele Grade. Wie man demnach auch das Trieb B führen mag, so werden die Winkel CXd und BXF um gleich viel wachsen oder abnehmen, und wenn daher der Alhidade EG für einen Stand der Alhidade BC eine solche Stellung gegeben hat, daß $\angle BXF = \angle CXd$, so werden diese beiden Winkel für jeden Stand einan-

der gleich bleiben. In diesem Falle aber wird der einfallende Stral $d'X$ nach der Oeffnung F reflectirt. Durch diese Einrichtung wird also hervorgebracht, daß der gespiegelte Stral stets durch die Oeffnung F geht, wie man auch die Alhidade BC führen mag, und der Beobachter hat, um dem gespiegelten Strahl stets mit dem Auge zu folgen, dasselbe nur immer über der Oeffnung F zu halten. — Die Kapsel Fff enthält den Kalkspath, welcher, damit die beiden Bilder stärker aus einander treten, schwach prismatisch geschliffen ist. Der gemeinschaftliche Hauptschnitt beider Flächen dieses Prisma's ist ein für allemal rechtwinklig gegen den Limbus gestellt, so daß das ordinäre Bild das verschwindende ist.

Der Gebrauch des Instrumentes ist demnach dieser: Indem ich durch die Oeffnung F nach der bei X eingesetzten spiegelnden Fläche sehe, führe ich die Alhidade hin und her, bis das durch die ordinäre Brechung gesehene Spiegelbild der Oeffnung d' entweder ganz verschwindet, oder das Minimum seiner Intensität erreicht. Lese ich nun den vom Nonius C angezeigten Winkel ab, so habe ich das Complement des gesuchten Polarisationswinkels.

Ich habe das Instrument in Beziehung auf die richtige Stellung seiner Theile sorgfältig geprüft, und den Einfluß der darin noch stattfindenden höchst unbedeutlichen Fehler berücksichtigt, wie ich in der genannten Abhandlung für dieses, so wie auch für das oben erwähnte, zur Bestimmung des Brechungsverhältnisses angewandte Instrument umständlicher gezeigt habe. — Die Fehler, welche entstehen, wenn die, zu untersuchende spiegelnde Fläche nicht ganz genau der oberen Fläche des Rahmens parallel eingesetzt ist, werden corrigirt, wenn man nach einer oder mehreren Messungen den Ring ccc sammt der spiegelnden Fläche in dem Rahmen bbb um 180° dreht, nun eben so viele Messungen macht, und aus beiden das Mittel nimmt, weil in beiden Fällen jene Fehler im entgegengesetzten Sinne ausfallen.

Da das Schwächerwerden und Verschwinden des zu beobachtenden Spiegelbildes sehr allmählig erfolgt, so kann nicht ohne einige Unsicherheit *) geschätzt werden, bei welchem Stande der Alidade jenes Bild sein Minimum der Lichtstärke erreiche, und es ist, um einen zuverlässigeren Werth des Polarisationswinkels zu erhalten, nothwendig, das Mittel aus einer nicht zu unbeträchtlichen Anzahl Messungen zu nehmen. Ich habe auf jeder der untersuchten Flächen eine Reihe von 20 oder mehr Messungen angestellt. Die grösste Differenz zwischen den einzelnen gemessenen Werthen und den Mittelwerthen beträgt in den meisten Fällen nicht viel über 20' und nur in sehr wenigen über 30'. Die Mittelwerthe aus 20, auch schon aus 10 Messungen für eine und dieselbe Fläche weichen nur um wenige Minuten von einander ab.

Die Flächen, auf welchen ich zuerst die Polarisationswinkel gemessen habe, waren dieselben, welche vorher als Flächen der Prismen zur Bestimmung des Brechungsverhältnisses gedient hatten; die meisten derselben waren sechs bis acht Monate zuvor vom Mechanicus geschliffen worden. — Ich werde den auf jeder einzelnen Fläche erhaltenen Mittelwerth zugleich mit dem aus dem oben angeführten Brechungsverhältniss nach dem Brewster'schen Gesetz berechneten Werth des Polarisationswinkels und den Differenzen zwischen diesem und den beobachteten Werthen anführen.

1) *Farbloser Flussspath.*

Berechn. Polarisationswinkel	55° 7'	Diff. des berechn. u. beob. Werthes.
Beob. Pol. < auf d. einen Fläche	55° 9	+0° 2'
- - - andern -	55 6	-0 1

*) Diese Unsicherheit findet besonders dann statt, wenn die Polarisation weniger vollkommen ist, was im Allgemeinen bei den stärker brechenden Substanzen, z. B. in hohem Grade bei der Blende, der Fall ist.

2) *Bläulicher Flussspath.*

			Diff. des berechn. u. beob. Werthes.
Berechn. Polarisationswinkel	55° 7'		
Beob. Pol. < auf d. einen Fläche	55 14	+0° 7'	
- - - - andern -	55 9	+0 2	

3) *Gemeiner Opal.*

Berechn. Polarisationswinkel	55 26		
Beob. Pol. < auf d. einen Fläche	55 39	+0 13	
- - - - andern -	55 41	+0 15	

4) *Glas A.*

Berechn. Polarisationswinkel	56 32		
Beob. Pol. < auf d. einen Fläche	56 32	0 0	
- - - - andern -	56 46	+0 14	

5) *Glas B.*

Berechn. Polarisationswinkel	56 46		
Beob. Pol. < auf d. einen Fläche	56 37	-0 9	
- - - - andern -	56 36	-0 10	

6) *Glas C.*

Berechn. Polarisationswinkel	56 52		
Beob. Pol. < auf der 1. Fläche	57 6	+0 14	
- - - - 2. -	57 3	+0 11	
- - - - 3. -	57 14	+0 22	

7) *Glas D.*

Berechn. Polarisationswinkel	57 13		
Beob. Pol. < auf d. einen Fläche	57 19	+0 6	
- - - - andern -	57 20	+0 7	

8) *Glas E.*

Berechn. Polarisationswinkel	57 38		
Beob. Pol. < auf d. einen Fläche	57 15	-0 23	
- - - - andern -	57 0	-0 38	

9) *Glas F.*

Berechn. Polarisationswinkel	58 19		
Beob. Pol. < auf der 1. Fläche	58 12	-0 7	
- - - - 2. -	58 17	-0 2	
- - - - 3. -	58 8	-0 11	

10) *Pyrop.*

Berechn. Polarisationswinkel	61° 8'	Diff. des berechn. u. beob. Werthes.
Beob. Pol. < auf d. einen Fläche	60 28	—0° 40'
- - - - andern -	60 42	—0 26

11) *Gelbe Blende.*

Berechn. Polarisationswinkel	67 7	
Beob. Pol. < auf d. natürl. Bruchfl.	66 46	—0 21
Beob. Pol. < auf d. geschliff. Fl.	66 35	—0 32

In den meisten dieser Fälle sind die Differenzen zwischen den berechneten und den beobachteten Werthen zu groß, als daß sie bloß den zufälligen Fehlern der Beobachtung zugeschrieben werden könnten. Daß aber der Grund dieser größeren Differenzen darin liege, daß das Brewster'sche Gesetz nicht genau gelte, sondern vielleicht noch eine Modification erleiden müsse, war schon deshalb nicht wahrscheinlich, weil auch die Differenzen zwischen den auf verschiedenen Flächen eines und desselben Körpers erhaltenen Polarisationswinkeln in einigen Fällen größer sind, als sie nach den bloß zufälligen Beobachtungsfehlern erwartet werden dürfen. Vielmehr wies dieser Umstand darauf hin, daß vielleicht die Oberflächen die vollkommene Reinheit und Gleichartigkeit mit der ganzen Masse des Körpers nicht hatten, welche hier, wo es auf eine bloße Wirkung der Oberflächen ankommt, erforderlich ist, und welche bei dem vorhergegangenen Gebrauche oder durch die Behandlung beim Schleifen und Poliren auf mehr als eine Art gelitten haben konnte.

Zwar hatte ich keine Messung angestellt, ohne vorher die zu untersuchende Fläche sehr sorgfältig zu reinigen. Um mich jedoch zu überzeugen, ob dies hinreichend sey, beschloß ich, nachdem die vorstehenden Messungen beendigt waren, den Polarisationswinkel an einer Fläche zu untersuchen, von deren vollkommener Reinheit ich überzeugt seyn konnte. Ich wählte dazu

das Glas *E.*, welches unter den Gläsern die stärksten Differenzen ($-23'$ und $-38'$) gegeben hatte. Nachdem ich an demselben eine dritte Fläche selbst geschliffen und polirt hatte, brachte ich diese in das Instrument und maß den Polarisationswinkel; ich erhielt als Mittelwerth aus 20 Messungen $57^{\circ} 40',6$; der berechnete Werth ist $57^{\circ} 38',5$, also die Differenz $= +0^{\circ} 2',1$. Ich untersuchte nun den Polarisationswinkel an der Fläche eben jenes Prisma's, welche früher eine Differenz von $-0^{\circ} 38'$ gegeben hatte, nachdem ich dieselbe anhaltend nochmals polirt hatte, und fand nun den Polarisationswinkel $57^{\circ} 41',4$, also die Differenz $= +0^{\circ} 2',9$.

Da diese geringen Differenzen ganz innerhalb der Grenzen der zufälligen Beobachtungsfehler liegen, so untersuchte ich nun an allen jenen Körpern, an denen ich früher gemessen hatte, die Polarisationswinkel von Neuem, und zwar an der Blende auf dem so eben entblößten Bruch, an allen übrigen Substanzen auf von mir selbst frisch geschliffenen Flächen. — Ich habe alle diese Flächen auf einer Glastafel mit Schmirgel und Wasser geschliffen, auf Seiden- oder Baumwollenzug mit Colcothar und Wasser polirt, und hierauf mit Wasser abgewaschen. — Die Polarisationswinkel, welche sich jetzt ergaben, stimmen so vollkommen mit den nach dem Brewster'schen Gesetz berechneten überein, daß die kleinen noch übrigbleibenden Differenzen lediglich den zufälligen Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden können. Die Resultate dieser Messungen sind in der folgenden Tabelle enthalten. Der für das Glas *E.* angegebene Polarisationswinkel ist das Mittel aus jenen beiden so eben angeführten Messungen; der für Pyrop angegebene ein Mittelwerth aus 20 Messungen auf der einen, und 20 auf der andern frischgeschliffenen Fläche, von denen die einen $61^{\circ} 3',3$, die andern $61^{\circ} 4',8$ gaben; an der Blende wurden an den beiden durch den Bruch getrennten Stücken die frischen Flächen untersucht, und

gaben, jede im Mittel aus 20 Messungen, die eine $67^{\circ} 8',2$, die andere $67^{\circ} 8',1$. Die übrigen in der Tabelle enthaltenen Werthe sind jeder ein Mittelwerth aus 20 auf Einer frischgeschliffenen Fläche gemachten Messungen.

Namen der Substanzen.	Berechnete Polarisations- winkel.	beobachtete Polarisations- winkel.	Differenz.
farbloser Flussspath	55° 6',7	55° 6',7	0° 0',0
Bläulicher Flussspath	55 7,0	55 3,8	—0 3,2
Gemeiner Opal . .	55 26,3	55 29,3	+0 3,0
Glas <i>A.</i>	56 32,2	56 36,0	+0 3,8
Glas <i>B.</i>	56 46,4	56 45,5	—0 0,9
Glas <i>C.</i>	56 52,0	56 50,2	—0 1,8
Glas <i>D.</i>	57 12,6	57 12,6	0 0,0
Glas <i>E.</i>	57 38,5	57 41,0	+0 2,5
Glas <i>F.</i>	58 19,4	58 16,6	—0 2,8
Pyrop	61 7,7	61 4,0	—0 3,7
Gelbe Blende . .	67 7,0	67 8,2	+0 1,2

Summe der positiven Differenzen 10',5

- - - negativen - 12,4

Die große Uebereinstimmung der in dieser Tabelle enthaltenen berechneten und unmittelbar beobachteten Polarisationwinkel bestätigt also für *Körper von einfacher Strahlenbrechung* vollkommen das Brewster'sche Gesetz, *dass die Tangente des Polarisationwinkels dem Brechungs-Index gleich ist*, und zeigt, dass es bei Erhärtung dieses Gesetzes durch die Erfahrung nur auf die vollkommene Gleichartigkeit der Oberfläche mit der Masse des ganzen Körpers ankommt. — Was insbesondere die oben angeführte Aeußerung von Malus anlangt, dass der Polarisationwinkel von dem Brechungsvermögen unabhängig sey, so ist nicht zu zweifeln, dass diese auf Beobachtungen an solchen Flächen gegründet ist, welche jene vollkommene Reinheit nicht besaßen.

Was die Ursache jener Veränderung der Oberflächen sey, lässt sich aus den von mir gemachten Erfah-

rungen nicht mit völliger Bestimmtheit schliessen. Eine chemische Veränderung durch bloßes Liegen an der Luft ist, besonders bei den Gläsern, allerdings wohl denkbar, doch halte ich sie nicht für die Hauptursache der beobachteten Anomalien. Auf der von mir polirten Fläche des Glases *C.*, welche die Differenz $-0^{\circ} 1',8$ gegeben hatte, fand ich den Polarisationswinkel im Mittel aus 20 Messungen nach sechs Wochen $56^{\circ} 54',6$, nach vierzehn Wochen $56^{\circ} 51',8$, nach sechs Monaten $56^{\circ} 54',0$, also die Differenzen $+0^{\circ} 2',6$, $-0^{\circ} 0',2$ und $+0^{\circ} 2',0$, was ganz innerhalb der Grenzen der zufälligen Beobachtungsfehler liegt, so daß die Oberfläche in dieser Zeit keine Veränderung erlitten zu haben scheint. — Als ich dagegen die von mir geschliffene Fläche des Glases *E.*, welche den Polarisationswinkel mit der Rechnung nahe übereinstimmend gegeben hatte, hierauf vom Mechanicus schleifen und poliren liefs, und nun so, wie ich sie von diesem erhielt, untersuchte, fand ich den Polarisationswinkel $58^{\circ} 7',0$, was die Differenz $+0^{\circ} 28',5$ giebt. An demselben Prisma hatten die beiden ersten Reihen von Messungen die Differenzen $-0^{\circ} 23'$ und $-0^{\circ} 38'$ gegeben. Hiernach ist nicht zu zweifeln, daß die Veränderungen der Oberflächen, welche diese Differenzen, so wie überhaupt die Differenzen der S. 35. bis 37. angeführten Messungen herbeiführte, hauptsächlich von der Behandlung herrührten, welche die Prismen unter den Händen des Mechanicus erfahren hatten. Da in dem so eben angeführten Falle an dem Glase *E.* die Differenz beträchtlich positiv, in den beiden ersten Fällen dagegen beträchtlich negativ war, so scheint die Ursache dieser Veränderungen eine sehr zufällige zu seyn, und ich halte daher eine bloß mechanische Verunreinigung, welche vielleicht beim Abputzen der Fläche nach dem Schleifen und Poliren entstanden seyn konnte, für die wahrscheinlichste Ursache der veränderten Oberflächen nicht nur in diesem Falle, sondern in allen denen, welche jene schein-

baren Abweichungen von dem Brewster'schen Gesetze gaben.

IV. Ueber die Zusammensetzung der Camphersäure und des Camphers; von J. Liebig.

Die Eigenschaften der Camphersäure im Allgemeinen setzen sie in eine Classe von Körpern, welche, da sie nichts ausgezeichnetes oder in die Augen fallendes darbieten, das wissenschaftliche Interesse nur wenig in Anspruch nehmen; nichts desto weniger gehört sie unter die merkwürdigsten Producte, und ihre Zusammensetzung dürfte sie noch unter einem besonderen Gesichtspunkte der Aufmerksamkeit werth machen.

Die wichtigste Untersuchung über die Camphersäure ist von R. Brandes in Schweigger's Journal, S. 38. 269., bekannt gemacht worden; er hat ihre Darstellung, so wie die Salze, welche sie bildet, mit großer Genauigkeit und Gründlichkeit beschrieben.

Vor Brandes hat Bouillon Lagrange (*Ann. de chim. T. XXIII. et XXVII.*) sich mit der Darstellung der camphersauren Salze beschäftigt. Wenn man die Angaben dieser Chemiker mit einander vergleicht, so findet man darin eine große Verschiedenheit, so z. B. sind camphersaures Kali, Natron, Baryt, nach Bouillon, schwerlösliche Salze, die 200 bis 300 Theile Wasser zu ihrer Auflösung bedürfen, während die nämlichen Salze, nach Brandes, leichtlöslich sind und an der Luft zerfließen. Brandes hat diese Widersprüche wohl bemerkt, sie sind aber nicht, wie er glaubt, einem Irrthum in den Beobachtungen Bouillon's zuzuschreiben, sondern die Ursache liegt darin, daß beide Chemiker mit wesentlich verschiedenen Camphersäuren gearbeitet haben.

Behandelt man Campher mit starker Salpetersäure

(1,425), so zerfließt er bekanntlich auf der Säure zu einem gelblich gefärbten Liquidum. Bei fortgesetzter Digestion verschwindet dieses nach und nach völlig, und es setzen sich aus der sauren Flüssigkeit, beim Erkalten, eine große Menge Krystalle ab, welche weiß und undurchsichtig sind, und beim Kochen mit Wasser den Dämpfen desselben einen Camphergeruch mittheilen. Diese Krystalle sind Bouillon's Camphersäure, sie geben mit den Basen lauter unlösliche oder schwerlösliche Salze.

Diese Krystalle sind eine chemische Verbindung von Campher mit Camphersäure, welche man direct darstellen kann, wenn man in Camphersäure, welche man bei ganz gelinder Wärme geschmolzen hat, Campher auflöst.

Wird über diese campherhaltige Säure nochmals starke Salpetersäure abgezogen, so erhält man daraus durchsichtigere Krystalle von Camphersäure, welche ganz die nämlichen Salze giebt, die Brandes beschrieben hat. Ich hatte diese Säure als rein betrachtet, obgleich sie beim Erhitzen mit Wasser noch einen Camphergeruch verbreitete, der, wie es mir schien, dieser Säure angehörte.

Ich habe diese Säure der Analyse unterworfen, und zur Bestimmung ihres Mischungsgewichtes das camphersaure Bleioxyd angewendet; es wurde dargestellt, indem eine siedendheiße Auflösung von Camphersäure mit einer Auflösung von Bleizucker vermischt, und der blendend-weiße Niederschlag mit heißem Wasser ausgewaschen wurde.

Die Säure enthielt kein Krystallwasser.

0,785 camphersaures Blei	lieferte	0,527 schwefelsaures
1,129	-	0,772

Nach diesen Analysen ist das Aequivalent der Säure 140,34.

Zur Bestimmung des Kohlenstoffs wurden camphersaures Bleioxyd und krystallisirte Camphersäure, welche unter der Luftpumpe getrocknet worden war, auf die gewöhnliche Art mit Kupferoxyd verbrannt.

0,261 Grm. Bleisalz gaben bei 27",8" u. 24° C.	166 CC. Gas
0,202 - - - - 27,10 - 23	120 - -
0,100 - Camphersäure - 27,11 - 22	122 - -
0,100 - - gaben - 27,11 - 21	124 - -
0,849 Bleisalz lieferten ferner	0,260 Wasser.

Nach dem Mittel dieser vier Analysen enthalten 100 Theile dieser Säure:

61,4098 Kohlenstoff
ferner 6,8070 Wasserstoff
31,7832 Sauerstoff.

Wenn man nun versucht, diese Verhältnisse auf das gefundene Mischungsgewicht zu berechnen, so erhält man folgende Zahlen:

	In Atomen.		Berechnet.
Kohlenstoff	8,61828	12 Atome	9,1724
Wasserstoff	0,95429	15 -	0,9360
Sauerstoff	4,46143	4 -	4,0000
	<u>14,03200</u>		<u>14,1084.</u>

Die Unterschiede des Kohlen- und Sauerstoffs in dem gefundenen Resultat und dem der Berechnung, sind, wie man sieht, so groß, daß man diese Analysen kaum als annähernd betrachten kann.

Aus diesem Grunde wurde eine andere Portion Camphersäure aufs Neue und zwar so lange mit Salpetersäure erhitzt, bis sie, mit Wasser gekocht, den Dämpfen desselben keinen Camphergeruch mehr mittheilte.

Das mit dieser Säure dargestellte Bleisalz wurde mit Schwefelsäure zersetzt, und von 1,105 Bleisalz 0,760 schwefelsaures Bleioxyd erhalten, dieß giebt für das Mischungsgewicht der Säure die Zahl 135,67.

Ferner lieferten 0,220 Grm. Bleisalz bei 14° C. und 331" B. 121 CC. Gas und 0,290 desselben Salzes 0,090 Wasser.

Wenn man das Verhältniß der Bestandtheile der Camphersäure, so wie es sich aus dieser Analyse ergibt,

auf das gefundene Mischungsgewicht berechnet, so erhält man folgende Zusammensetzung:

			Berechnet.	Gefunden.
10 At. Kohlenstoff	76,4370	in 100 Th.	56,29	56,167
15 - Wasserstoff	9,3597	- - -	6,89	6,981
5 - Sauerstoff	50,0000	- - -	36,82	36,852
			<hr/>	
			135,7967.	

Das Verhältniß der Bestandtheile in dieser Säure giebt zu einer Betrachtung Veranlassung, welche ich oben schon angedeutet habe.

Viele Chemiker, worunter ich mich ebenfalls gezählt habe, legen nämlich ihren Berechnungen die Annahme zum Grunde, daß 2 Volumen Wasserstoff äquivalent sind einem Atom dieses Körpers, während andere das Volumen desselben gleich setzen einem Atom.

Da sich bei diesen Ansichten ein positiver Beweis nicht führen läßt, sondern nur ein höherer Grad von Wahrscheinlichkeit für die Annahme der einen oder andern Ansicht entscheiden dürfte, so läßt die Zusammensetzung der Camphersäure für die Richtigkeit der einen keinen Zweifel übrig.

In dieser Säure sind 15 At. Wasserstoff enthalten, wenn man 1 Vol., und $7\frac{1}{2}$ wenn man 2 Vol. dieses Körpers 1 At. gleich setzt. Man kann hier mit Bestimmtheit sagen, daß $7\frac{1}{2}$ At. Wasserstoff nur von einer fehlerhaften Analyse herrühren können, was nicht der Fall ist, denn ich habe, um einem solchen Einwurfe nicht ausgesetzt zu seyn, mehr Sorgfalt auf die Analyse gewendet, als sie sonst vielleicht werth gewesen wäre; auf der andern Seite sieht man hingegen, daß 15 Atome Wasserstoff, in Beziehung auf die Verhältnisse der übrigen Bestandtheile, richtiger seyn müssen, als jede andere Zahl.

Bei der Behandlung des Camphers mit Salpetersäure bemerkt man kein Aufbrausen, wie bei andern ähnlichen Zersetzungen, es entwickelt sich keine Kohlensäure, und

die Idee liegt damit sehr nahe, daß Campher und Camphersäure bloß durch das Verhältniß, in welchem sie Sauerstoff enthalten, von einander verschieden seyn könnten. Die von Saussure bekannt gemachte Analyse des Camphers, nach welcher er als eine Verbindung von $C^7 H^{12} O$ betrachtet werden kann, unterstützt aber diese Meinung nicht, denn sie läßt sich mit der Zusammensetzung der Camphersäure nicht vereinigen, ich habe mich dadurch veranlaßt gesehen, die Analyse des Camphers zu wiederholen. Hinsichtlich dieser Analyse bemerke ich übrigens, daß ich mir die innere Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit, bei der Unmöglichkeit eine Controle anzuwenden, nicht verschafft habe, was ich nicht verhehlen will, denn die Verbrennung eines so kohlereichen und dabei so flüchtigen Körpers bietet Schwierigkeiten dar, welche ein Anderer vielleicht glücklicher überwindet; ich habe nämlich eine ganze Anzahl Analysen vom Campher gemacht, und bei den meisten, während der Verbrennung, etwas weißen Dampf bemerkt, welcher dem Gase beigemischt war, selbst bei Anwendung von 18 Zoll langen Röhren. Die folgenden zwei Analysen habe ich deshalb als die richtigsten angenommen, weil bei denselben die Production des weißen Dampfes kaum bemerklich gewesen ist.

0,100 Grm. Campher gaben bei 23° u. 27" 9" B. 162 CC. Gas
 0,100 - - - - 21 - 27 9 B. 164 - -

0,255 Campher lieferten 0,230 Wasser

0,225 - - - 0,191 -

Der Campher enthält in 100 Theilen, im Mittel der zwei Analysen:

Kohlenstoff	81,763
Wasserstoff	9,702
Sauerstoff	8,535.

Nach dieser Analyse läßt sich der Campher betrachten als zusammengesetzt aus:

1 Atom Sauerstoff

18 Atomen Wasserstoff

12 Atomen Kohlenstoff

oder aus $6(2C + 3H) + O$.

Wenn man nun die Zusammensetzung der Camphersäure durch die Formel $5(2C + 3H) + 5O$ ausdrückt, so entsteht sie aus Campher, indem dieser Atom für Atom 5 Atome Sauerstoff aufnimmt, aber aus 5 Atomen Campher entstehen in diesem Fall 6 Atome Camphersäure. Der Campher verhält sich demnach wie ein einfacher Körper, und dieses merkwürdige Verhalten findet sich bei keinem andern organischen Körper, wenn man die Bildung des gefärbten Indigs aus dem ungefärbten hier ausnimmt; eine gewisse Lagerung der Theilchen scheint hier die Ursache zu seyn, daß die Verwandtschaft der einzelnen Elemente zum Sauerstoff untergeordnet ist der Verwandtschaft der Verbindung.

Bei diesem Verhalten ist es schwer sich eine Vorstellung zu machen, wie aus 5 At. Campher 6 At. Camphersäure entstehen können; der Grund liegt zum Theil darin, daß uns das wahre Atomgewicht des Camphers nicht bekannt ist, und weil unsere Vorstellungen zum Theil abhängig von Gewöhnungen sind.

Wir wissen z. B., daß zwei Volumen Chlor äquivalent sind 1 Volumen Sauerstoff, eben so gut läßt es sich denken, daß in Salzen, welche durch manche organische Säuren gebildet werden, mehrere Atome einer zusammengesetzten sauren Verbindung nöthig seyn können, um diejenige Quantität Basis zu sättigen, welche man ein Mischungsgewicht nennt.

So läßt es sich denken, daß in den camphersauren Salzen 5 Atome einer Verbindung, welche aus OC^2H^3 zusammengesetzt ist, äquivalent sind einem Atom Schwefelsäure, daß in den benzoësauren und gallussauren Salzen, in den ersteren 3 Atome einer Verbindung, die aus C^5H^4O , und in den gallussauren 3 Atome einer andern,

die aus C^2H^2O besteht, nöthig sind, um ein Mischungs- gewicht Basis zu neutralisiren.

Die basisch gallus- und benzoësauren Salze wären demnach Verbindungen von 1 Atom Basis mit 1 Atom dieser einfachen Zusammensetzungen.

Diese Meinung wird aber durch das basisch essig- saure und basisch bernsteinsaure Bleioxyd etc. nicht unter- stützt; wäre dieß im Gegentheile der Fall, so würde diese Meinung mehr seyn als eine Idee, welche aufge- stellt ist, um eine anscheinende Anomalie zu versinn- lichen.

V. *Chemische Untersuchung der Espenrinde. Merkwürdiger Salicingehalt mehrerer Pap- pelarten. Das Populin, ein neuer Pflan- zenstoff. Von Hrn. H. Braconnot.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLIV. p. 96.*)

Der Aufenthalt in einem Dorfe, wo viele Fieber ver- schiedener Gattung herrschten, und die Mehrzahl der Ein- wohner zu arm war, um sich fremde Hülfe zu verschaf- fen, bewog mich nachzusuchen, ob es nicht möglich sey, das Chinin durch eine einheimische, überall zu habende Pflanze zu ersetzen. Ich erinnerte mich, daß in den ver- einigten Staaten die Rinde von *Populus tremuloides* mit vielem Erfolg gegen das Fieber gebraucht wird; diese Pappelart hat aber die größte Aehnlichkeit mit unserer *Populus tremula*, der gemeinen Espe, welche man in allen Wäldern Frankreichs antrifft. Ich fand in deren Rinde eine Bitterkeit, die fast eben so stark ist, wie die des Chinin, und daher ohne Zweifel dasselbe ersetzen kann. Dem zufolge gab man auf meinen Rath mehreren

Kranken einen Absud von Espenrinde, und das Fieber verschwand bald. Ich kann nicht umhin, hier noch eine andere, nicht weniger merkwürdige Thatsache anzuführen, welche, wie ich hoffe, von den Practikern mit Dank aufgenommen werden wird. Ich hatte kohlenstickstoffsaureres Kali, nach Hrn. Liebig's Vorschrift bereitet, vorrätbig. Da es bekanntlich sehr bitter ist, so kam ich auf den Gedanken, dasselbe in kleinen Dosen, in Wasser gelöst, drei von Wechselfiebern befallenen Personen zu geben, und zu meinem grossen Erstaunen wurden sie eben so schnell geheilt, als es nur hätte durch schwefelsaures Chinin geschehen können. Ich beabsichtigte diese Versuche fortzusetzen, und hatte bereits die Analyse der Espenrinde angefangen, als ich Hrn. Leroux's Entdeckung des Salicins *) kennen lernte.

Ich hatte bemerkt, dass sich das wässrige Extract der Espenrinde gegen die Reagenzien fast wie das der Chinarinde verhält. In der That löst sich dasselbe gänzlich, wenn man es mit ein wenig Wasser anrührt; setzt man aber eine grössere Menge Wasser hinzu, so trübt sich das Gemenge und es sondert sich eine harzige sehr bittere Substanz ab, welche durch eine grosse Menge Wasser, durch ein wenig Alkohol oder auch durch einen neuen Zusatz von Extract wieder aufgelöst werden kann.

Das Extract der Espenrinde, in Wasser gelöst, wird durch thierischen Leim, so wie durch Galläpfel-Aufguss, gefällt. Schwefelsaures Eisen bringt eine dunkelgrüne Färbung und bald hernach einen Niederschlag von gleicher Farbe hervor.

Schon aus dem Verhalten gegen diese drei Reagenzien konnte man schliessen, dass die Espenrinde fiebervertreibende Kraft besitze; denn, je mehr die Chinarinde und andere Pflanzenstoffe diese Eigenschaften in sich ver-

ei-

*) Dies. Ann., Bd. 95. S. 300.

einigen, desto hervortretender sind, nach Hrn. Vauquelin, ihre antifebrilischen Wirkungen.

Wirkung des Alkohols auf das Extract der Espenrinde.

Wenn man Alkohol auf dieses Extract wirken läßt, löst er mehr als drei Viertel derselben, und es bleibt eine wie Gummi aussehende Substanz zurück, welche bei Auflösung in Wasser eine geringe Menge eines weissen Pulvers absetzt, das alle Kennzeichen des weinsauren Kalks besitzt. Dasselbe Salz ist, neben weinsauren Kali, auch noch in der Lösung enthalten. Beide werden durch einen geringen Ueberschufs von Kieselfluorwasserstoffsäure ausgeschieden, wodurch sich ein Niederschlag bildet, welcher eine geringe Menge eines Stoffs mit niederreißt, der, bis auf die Farbe, dem mit dem Namen *Chinaroth* bezeichneten ähnlich ist.

Der in Alkohol gelöste Theil des Espenextracts eingedampft und dann mit Wasser angerührt, giebt eine trübe Flüssigkeit, welche sich durch eine grössere Menge Wasser oder durch Erwärmung aufhellt, und beim Erkalten sich von Neuem trübt. Es scheint hieraus hervorzugehen, dafs das Wasser die Wirkung eines löslichen Stoffs auf einen andern, der es nur mittelst des ersteren wird, zu schwächen sucht. Sättigt man die nämliche Flüssigkeit mit Chlornatrium oder schwefelsaurem Natron, so sondert sich in ziemlicher Menge eine harzige Substanz ab, welche, wie die der Chinarinden, bitter ist, sich wenig in kaltem Wasser löst, dagegen in Essigsäure löslich ist, und besonders im Alkohol, aus dem sie durch Wasser gefällt wird. Sie löst sich auch in siedendem Wasser, scheidet sich aber beim Erkalten grösstentheils wieder ab. Diese Löslichkeit wird durch Alkalien, selbst die schwächsten, bedeutend erhöht, dagegen durch Säuren im Allgemeinen vermindert; diefs würde glauben lassen, dafs sie kein Alkaloid enthalte. Da sie mir indess die gröfste Aehnlichkeit mit der früher *Chinaharz* genann-

ten Substanz zu besitzen schien, so war es wahrscheinlich, dafs sie wenigstens einen der Bestandtheile dieses Stoffes enthielt. Um mich hievon zu überzeugen, kochte ich den noch vorhandenen Rest des alkoholischen Extracts der Espenrinde, nachdem er in Wasser eingerührt war, mit einem Ueberschuß von gebrannter Magnesia.

Der Magnesia-Niederschlag, gesammelt und mit Wasser gewaschen, war nicht mehr bitter. Er wurde mit verdünnter Essigsäure behandelt, welche, indem sie einen Theil der Magnesia sättigte, eine geringe Quantität eines gerbenden Stoffes abschied, von dem wir sogleich sprechen werden. Der größte Theil des Magnesia-Niederschlags widerstand der verdünnten Essigsäure; als er aber mit derselben Säure im concentrirten Zustande warm behandelt wurde, entstand eine braune syrupsartige Lösung, aus welcher Wasser eine reichliche Menge einer flockigen Substanz von falber bräunlicher Farbe niederschlug.

Untersuchung dieser falben flockigen Substanz.

Sie ist gesckmack- und geruchlos, sehr wenig löslich in Wasser, erweicht in siedendem Wasser und ertheilt ihm eine röthlichgelbe Farbe; gießt man eine Mineralsäure hinzu, so scheidet sich die aufgelöste Substanz als röthlichweifse Flocken vollständig ab. Dasselbe Resultat erhält man mit Chlornatrium, und der Niederschlag kann in einer neuen Quantität Wasser wieder gelöst werden. Mit schwefelsaurem Eisenoxyd bekommt man einen fahlbraunen Niederschlag.

Dieselbe Flüssigkeit wird auch gefällt durch essigsaures Blei, salpetersaures Kupfer, essigsaure Thonerde und salpetersaures Silber. Der mit letzterem gebildete Niederschlag ist löslich in einer großen Menge Wasser. Fügt man ein wenig salpetersaures Silber zu einigen Tropfen der wäsrigen Lösung dieser Substanz, und verdünnt sie darauf durch mehrere Pinten Wasser, so nimmt das Gemenge nach einiger Zeit eine sehr deutliche rothe Farbe

an. Das salpetersaure Silber scheint also, unter gewissen Umständen, ein außerordentlich empfindliches Reagenz zur Auffindung der geringsten Spuren von organischer Substanz zu seyn. Durch dasselbe Mittel habe ich schon vor langer Zeit eine organische Substanz im Regenwasser aufgefunden.

So wie das Wasser nur eine schwache Wirkung auf die in Rede stehende Substanz ausübt, so wird sie dagegen vom Alkohol mit Leichtigkeit gelöst. Man erhält eine dunkelbraune Flüssigkeit, welche vom Wasser nicht getrübt zu werden scheint, obgleich sie nach ihrer Verdampfung die Substanz in Gestalt eines Harzes zurückläßt. Dieselbe Substanz löst sich auch sehr schnell in concentrirter Essigsäure, und wird aus dieser durch Wasser, so wie durch etwas Schwefelsäure vollständig gefällt.

Sie besitzt nicht die Eigenschaften einer Säure, denn sie röthet Lackmuspapier nicht; auch sättigt sie Alkalien nicht, obgleich sie von diesen, in sehr verdünnter Lösung, mit großer Leichtigkeit zu sehr intensiv braunen, von Säuren fällbaren Lösungen gelöst wird, die aber Gallerte nicht coaguliren. Kohlensaure Alkalien haben keine Wirkung auf diese Substanz. Verdampft man ihre Lösung in Ammoniak, so entweicht dieses Alkali und läßt die Substanz mit ihrer ursprünglichen Unlöslichkeit zurück. Mit Kalk und Baryt geht es beim Sieden mit deren Lösungen eine Art Verbindung ein, denn sie verliert dadurch ihre Fähigkeit sich in kaustischen Alkalien zu lösen, wenigstens, wenn die Verbindung nicht vorher mit einer Säure behandelt worden war. Sie löst sich auch unverändert in concentrirter Schwefelsäure, und wird daraus durch Wasser gefällt. Den genannten Eigenschaften zufolge, halte ich diese Substanz mit der für analog, welche Hr. Reufs *Chinaroth* genannt hat, und welche auch von den HH. Pelletier und Caventou untersucht worden ist. Dafs sie nicht vollkommen identisch sind, rührt von der Gegenwart eines rothen Farbstoffs her,

welcher die Substanz der Chinarinden begleitet, und noch von ihr nicht hat recht abgesondert werden können.

Da diese Substanz in mehreren Rinden zu existiren scheint, so schlage ich einstweilen für sie den Namen *Corticin* vor.

Vom Gerbstoffe der Espenrinde.

Die wässrige Lösung dieser Substanz, so wie man sie aus dem Magnesia-Niederschlag mit verdünnter Essigsäure bekommt, ist von brauner Farbe. Sie fällt Fischleim, Brechweinstein und mehrere andere Metalllösungen. Mit Eisensalzen giebt sie eine dunkelgrüne Flüssigkeit und einen eben so gefärbten Niederschlag. Dieser Gerbstoff scheint also identisch zu seyn mit dem der Chinarinden, des Catechu und des Kino.

Mit etwas Wasser angerührt, und darauf mit großer Oberfläche dem Contact der Luft ausgesetzt, wird er zersetzt und in eine schöne smaragdgrüne Substanz verwandelt, in Folge vereinter Wirkung der Magnesia und des Sauerstoffs der Luft. Die wässrige Lösung dieser grünen Substanz wird nicht durch Alkalien verändert, aber durch Säuren roth gefärbt. Sie scheint weder durch Kalkwasser noch durch gepulvertem Kalk erzeugt zu werden. Ich habe sie auch nicht aus dem Gerbstoff der Galläpfel durch Magnesia erhalten können.

Ich glaubte nicht länger bei diesem Gerbstoff verweilen zu dürfen, der übrigens nur in sehr geringer Menge in der Espenrinde vorhanden ist.

Untersuchung des mit Magnesia behandelten alkoholischen Extracts der Espenrinde.

Dieser Auszug lieferte mit kaltem Wasser keine harzige Substanz mehr und wurde durch dasselbe durchaus nicht getrübt. Indefs enthielt er noch viel *Corticin*, wie es die Schwefelsäure bewies. Um dasselbe von dem bittern Stoff zu trennen, löste ich dasselbe Extract in Was-

ser auf und schüttete basisch essigsaures Blei hinein, wodurch ein weißlicher Niederschlag entstand, über welchem die Flüssigkeit farblos und bitter zurückblieb. Der Niederschlag, in gelinder Wärme durch eine hinlängliche Menge verdünnter Schwefelsäure zersetzt, gab eine bräunliche Flüssigkeit, welche nur Corticin enthielt, gelöst durch die vom Bleisalz herrührende Essigsäure, ohne Spur von irgend einer andern organischen Säure. Der unlösliche Theil bestand aus bräunlichen Klümpchen; mit Wasser gewaschen und darauf mit Alkohol übergossen, liefs er schwefelsaures Blei sehr weiß zurück, und gab eine sehr dunkelbraune Flüssigkeit, welche bei Verdampfung eine trockne, harzige, geschmacklose, in Wasser wenig und in Alkalien sehr lösliche Substanz, mit einem Wort, Corticin, hinterliefs.

Die farblose bittere Flüssigkeit über dem vom basisch essigsauren Blei gebildeten Niederschlag wurde, zur Fällung des überschüssigen Blei's, mit etwas Schwefelsäure versetzt und darauf zur Syrupsconsistenz abgedampft. Sie gestand nach einiger Zeit zu einer einzigen Masse von Krystallen, die nun zwischen Leinwand stark ausgedrückt wurde; es lief eine mäfsig gefärbte Flüssigkeit ab, und es blieb eine weißliche, sehr bittere Substanz zurück, welche, in heifsem Wasser gelöst, beim Erkalten vollkommen krystallisirte. In der Vermuthung, dafs diese Substanz Salicin sey, stellte ich letzteres aus *Salix helix* dar, um beide Substanzen mit einander zu vergleichen, und wirklich fand ich, dafs sie vollkommen identisch waren.

Die nicht krystallisirende Flüssigkeit von der Espenrinde, von welcher ich das Salicin durch Ausdrücken abgesondert hatte, enthielt noch viel von diesem Stoff, welchen ich auf keine Weise absondern konnte, es sey denn durch Erwärmung mittelst Schwefelsäure, welche denselben in eine harzige Masse verwandelte; denn wir werden sehen, dafs das Salicin durch Mineralsäuren, wenn sie

concentrirt genug sind, ganz in Harz verwandelt werden kann. Das Salicin war in jener Mutterlauge unkrystallisirbar gemacht durch einen in Wasser und Alkohol löslichen Stoff, der Gold, Silber und Quecksilber aus ihren Salzen reducirte. Dieser Stoff enthielt überdies essigsaure Magnesia, essigsauren Kalk, wahrscheinlich auch Corticin, so wie zwei andere merkwürdige Stoffe, welche ich zu untersuchen vergessen habe, auf die ich aber zurückkommen werde.

Das Salicin kann man sich aus dem Absud der Espenrinde dadurch leicht verschaffen, daß man basisch essigsaures Blei hineintröpfelt, und die, vom überschüssigen Blei durch Schwefelsäure befreite, durchsichtige und farblose Flüssigkeit abdampft; dann braucht man gegen das Ende nur etwas Beinschwarz hinzuzufügen und die siedende Flüssigkeit zu filtriren; beim Erkalten scheidet sich darauf das Salicin in Krystallen ab. Als ich in die Mutterlauge desselben kohlen-saures Kali schüttete, entstand ein weißer Niederschlag, welcher mir beim ersten Anblick nur kohlen-saurer Kalk zu seyn schien, welcher sich aber zu meinem Erstaunen in siedendem Wasser gänzlich löste, und, so wie die Flüssigkeit zu erkalten anfang, sich in sehr weißen ungemein feinen Krystallnadeln, von einem zuckrigen, stülsholzähnlichen Geschmack, absetzte. Diese neue Substanz, deren Eigenschaften ich weiterhin beschreiben werde, will ich *Populin* nennen.

Bei einem anderen Versuch rührte ich Kalkhydrat in das Decoct der Espenrinde, um das Salicin von dem größten Theil der es hier begleitenden Stoffe zu befreien, und, nachdem ich das Gemenge ab und zu umgerührt hatte, setzte ich zu der filtrirten Flüssigkeit erst basisch essigsaures Blei, und dann, zur Abscheidung des überschüssigen Kalks und Blei's, kohlen-saures Ammoniak. Ich bekam, wie zuvor, krystallisirtes Salicin, allein ohne Vortheil. Als ich in die Mutterlauge desselben verdünnte Schwefelsäure schüttete, entstand ein Niederschlag in glän-

zenden glimmerähnlichen Flitterchen, welche sich, bis auf eine kleine Menge Gyps, in Alkohol lösten und daraus von Neuem krystallisirten. Diese Substanz zeigte bei sorgfältiger Untersuchung durchaus alle physischen und chemischen Eigenschaften der Benzoësäure. Ich bekenne, daß ich nicht wenig in Verlegenheit gerieth, als ich mir den Ursprung dieser Säure erklären wollte. Denn ich konnte sie in dem Decocte der Espenrinde nicht auffinden, und, wenn sie auch darin vorhanden gewesen wäre, würde sie doch durch das angewandte basisch essigsaure Bleioxyd gefällt worden seyn. Ich wurde daher zu der Annahme gezwungen, daß die Benzoësäure sich freiwillig in jener Mutterlauge gebildet habe, und in dieser Meinung fand ich mich bestärkt, als im ich Juniheft des *Journal de chimie médicale* das Resultat der sonderbaren Versuche der HH. Robiquet und Boutron las, die gefunden haben, daß das Bittermandel-Oel sich beim Zutritt der Luft gänzlich in Benzoësäure verwandelt. Ich habe auch bemerkt, daß die Mutterlauge des Salicins der Espenrinde bei Erwärmung Dämpfe ausstößt, welche stark die Augen angreifen, und, wie es scheint, von einem flüchtigen Oele herrühren, das ich freilich noch nicht aufgefangen habe. Eine andere That Sache, welche mit den Beobachtungen der HH. Robiquet und Boutron zusammenzufallen scheint, ist die, daß die Rinde der Espe, und besonders die der weißen Pappel, im frischen Zustande keinen Geruch besitzt, allein den hervorstechendsten Bittermandel-Geruch, vermischt mit dem des Hagedorns, bekommt, wenn man diese Rinde in warmer und feuchter Luft zu trocknen anfängt.

Aus den obigen Versuchen folgt, daß die Espenrinde folgende Bestandtheile enthält:

- 1) Salicin. — 2) Corticin. — 3) Populin. — 4) Benzoësäure, oder die zu deren Bildung geeigneten Elemente.
- 5) Eine gummige Substanz. — 6) Einen in Wasser und Alkohol löslichen, Gold-, Silber- und Quecksilber-

salze reducirenden Stoff — 7) Weinsauern Kalk. — 8) Weinsaures Kali; endlich Faserstoff und Gallertsäure.

Aufsuchung des Salicins in andern Pflanzen.

Da es nach den geschicktesten Aerzten gewifs scheint, dafs das Salicin mit Erfolg das schwefelsaure Chinin als specifisches Heilmittel gegen verschiedene Arten von Fiebern ersetzen kann, so wurde es unumgänglich, dasselbe in Pflanzen, die überall leicht zu haben sind, aufzusuchen, denn die *Salix helix*, in denen Hr. Leroux dasselbe zuerst aufgefunden hat, trifft man nicht häufig an allen Orten, und diefs kann die Anwendung des Salicins beeinträchtigen. Ich habe schon gezeigt, dafs man sich dasselbe leicht aus der Rinde des *Populus tremula* verschaffen kann; sehen wir jetzt, ob es auch andere Pappelarten mit Vorthail liefern; eine der gemeinsten, nach der Espe, ist die *Populus alba* *).

Frisch abgeschnittene Zweige dieses Baums, von 2 $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, wurden mit der grössten Leichtigkeit abgeschält. Diese Rinde, zweckmäfsig verkleinert und mit Wasser gekocht, gab eine weniger gefärbte Flüssigkeit als die Espenrinde; auch gebrauchte man weniger basisch essigsaures Bleioxyd zur Fällung. Aus der klaren und farblosen Flüssigkeit wurde das überschüssige Blei durch Schwefelsäure entfernt, und sie dann unmittelbar zur Consistenz eines sehr klaren Syrups abgedampft, darauf etwas Beinschwarz eingeührt und nun die Flüssigkeit siedend filtrirt, worauf diese auch sogleich beim Erkalten zu krystallisiren anfang, und nach einigen Stunden zu einer einzigen krystallinischen Masse gestand, aus der beim Umkehren des Gefäses Nichts herausflofs. Zwischen Leinwand stark ausgedrückt, blieb eine ziemlich grofse Menge von weifslichem Salicin zurück. Bei Wiederauflösung in Wasser liefs dasselbe etwas Gyps zu-

*) Weiden und Pappeln gehören bekanntlich zu einer natürlichen Familie. P.

rück, und beim Erkalten krystallisirte es aufs Neue. Es war alsdann sehr weifs und rein.

Ich habe auch Salicin aus der Rinde der griechischen Pappel (*Populus graeca*) gewonnen, was mich nicht wunderte, denn diese Art ähnelt der *Populus tremula* und besonders der *Populus tremuloides* in dem Grade, dafs man versucht seyn sollte, sie alle drei nur als Varietäten einer und derselben Art zu betrachten. Unter den übrigen Pappelarten, welche kein Salicin enthalten, oder mir wenigstens keins geliefert haben, erwähne ich *Populus angulosa*, *nigra*, *virginica*, *monilifera*, *grandiculata*, *fastigiata* und *balsamea*. Ich habe mich nicht begnügt, das Salicin blofs in Pappelarten aufzusuchen, sondern glaubte auch meine Aufmerksamkeit auf mehrere Weidenarten richten zu müssen, besonders auf diejenigen, welche seit langer Zeit für fiebertreibend gehalten werden, nämlich *Salix alba*, *triandra* und *fragilis*. Als ich indess die Rinde von Zweigen dieser drei Arten untersuchte, konnte ich nicht die geringste Spur von Salicin darin entdecken, wohl aber, besonders in den beiden ersten, einen sehr entwickelten Gerbstoff. Da die fiebertreibende Kraft dieser Rinden durch die Erfahrung erwiesen ist, so mufs man schliessen, dafs sie dieselbe nur dem Gerbstoff verdanken.

Eben so wenig habe ich das Salicin in der Rinde mehrerer anderer Weiden auffinden können, die mir in die Hände fielen, als *Salix capraea*, *viminialis*, *babylonica*, *bicolor*, *incana*, *daphnoides*, *russiliana*; sehr leicht gewann ich aber dasselbe aus: *Salix fissa*, *amygdalina* und *helix*.

Es scheint, dafs in gewissen Weidenarten nicht blofs das Salicin, sondern auch der Gerbstoff völlig verschwindet, um einer zuckrigen Substanz Platz zu machen. So besitzt auch die Rinde von *Salix phylicifolia* einen süfsen Geschmack, wie mir Hr. Wahlberg, ein gelehrter Botaniker aus Stockholm, versichert, der sich in diesem Augenblick mit einer Monographie der Weiden beschäftigt.

Untersuchung einiger Eigenschaften des Salicins.

Das Salicin, der Weiden wie der Pappeln, zeigt sich, mit der Lupe betrachtet, in Gestalt kleiner rechtwinkliger Blätter, deren Ränder zugeschärft scheinen; geschah aber die Bildung der Krystalle weniger langsam, so sind sie noch zarter und von einem perlmutterartigen Ansehen. Das Salicin ist nicht sehr löslich in Wasser, denn ich habe gefunden, dafs es bei 17° C. wenigstens 14 Th. davon zu seiner Lösung gebraucht. Alkohol scheint auf dasselbe nicht mehr Wirkung wie das Wasser zu haben, Hr. Leroux hatte anfangs das Salicin für ein Alkaloid gehalten, hernach aber gefunden, dafs es, statt Säuren zu sättigen, von diesen zersetzt und seiner Krystallisationsfähigkeit beraubt wird. Ich glaubte einige Versuche anstellen zu müssen, um zu sehen, in wie weit diese Meinung gegründet sey. Concentrirte Essigsäure wurde über Salicin gekocht und zur Trockne abgedampft, ohne dieses im Geringsten zu verändern. Mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure übergossen, löst es sich viel besser als im Wasser, und wenn man die Flüssigkeit auf einer Glasplatte einer freiwilligen Verdampfung aussetzt, entweicht die Säure und das Salicin kommt mit allen seinen Eigenschaften wieder zum Vorschein. Concentrirte Salpetersäure wirkt in der Kälte ebenfalls bedeutend lösender auf das Salicin als das Wasser, allein sie zersetzt es nicht merklich, denn man kann es krystallisirt und mit allen seinen Eigenschaften wieder erhalten, wenn man die Salpetersäure mit einer Basis sättigt.

Durch Kochen mit Wasser, das mit Schwefelsäure angesäuert war, verlor das Salicin seine Krystallisationsfähigkeit nicht; im Gegentheil bemerkte ich, dafs es dann in grofsen tetraëdrischen, durchsichtigen, harten und unter den Zähnen knirschenden Prismen anschofs, während es in seinem gewöhnlichen Zustand nur als sehr dünne Blättchen erscheint. Möglich, dafs es durch die Schwefelsäure in seiner Natur verändert oder von einigen frem-

den Stoffen, die seine Krystallform störten, befreit worden ist. So viel ist gewiss, das es noch seine ganze Bitterkeit behalten hatte.

Anders sind die Resultate, wenn man das Verhältniß der Schwefelsäure vermehrt, denn alsdann wird das Salicin ganz in ein weißes, sehr zartes und geschmackloses Pulver verwandelt, welches in siedendem Wasser erweicht, ohne sich zu lösen; es löst sich aber leicht in Alkohol, welcher es bei Vermischung mit Wasser oder bei freiwilliger Verdampfung in seiner früheren pulverförmigen Gestalt wieder absetzt. Diefs Pulver löst sich in siedender Essigsäure, und, wenn man Wasser hinzufügt, wird das Gemenge milchig. Verdünnte Laugen von Alkalien lösen diels Pulver mit vieler Leichtigkeit auf, ohne dadurch neutralisirt zu werden, und, wenn man eine Säure hinzusetzt, fällt es in Gestalt einer Gallerte nieder. In einer kleinen Retorte erhitzt, wird es über der Siedhitze des Wassers flüssig, und giebt ein saures Product nebst viel brenzlichem Oel. Mit Salpetersäure behandelt, giebt es Kohlenstickstoffsäure. Aus den angeführten Eigenschaften dieses weißen Pulvers ersieht man, dafs es sehr viel Aehnlichkeit mit den Harzen besitzt; doch scheint es weniger Wasserstoff wie diese zu enthalten, weil es, unter Zurücklassung vieler Kohle, mit ziemlich lebhafter Flamme brennt.

Wenn man das Salicin, statt mit verdünnter Schwefelsäure zu erhitzen, kalt mit concentrirter Schwefelsäure in Berührung bringt, so wird es sogleich zersetzt, wobei es eine purpurrothe Flüssigkeit giebt, welche, bei Verdünnung mit Wasser, einen rothen Niederschlag absetzt, der in verdünnter Schwefelsäure unlöslich ist, sich aber in Wasser löst und dasselbe dunkelroth färbt.

Chlorwasserstoffsäure, welche in der Kälte das Salicin nicht zersetzt, verwandelt es bei Erhitzung in die harzige Substanz, von der ich eben sprach. Das Salicin, mit dem achtfachen Gewicht an Salpetersäure behandelt,

gab mir eine große Menge Kohlenstickstoffsäure, aber sehr wenig Oxalsäure. Kaustische Alkalien üben keine zersetzende Einwirkung auf das Salicin aus, nur lösen sie es leichter als das Wasser. Mit Wasser und der Hälfte seines Gewichts an Kali, das mit Alkohol bereitet worden, gekocht, gab es mir einen honigartigen, farblosen unkrystallisirbaren Rückstand; als aber das Kali durch Schwefelsäure gesättigt wurde, war das Salicin wieder löslich in Alkohol, ohne daß es die geringste Veränderung erlitten hatte.

Setzt man Salicin zu einer Lösung des Corticins in Essigsäure, und verdampft das Gemenge zur Syrupconsistenz, so scheidet das Wasser eine harzige, bittere Substanz daraus ab, der ähnlich, von welcher ich zu Anfang dieser Abhandlung gesprochen habe. Der Destillation unterworfen, giebt das Salicin ein wässriges, saures Product und eine Menge eines braunen, flüssigen Oels von ungemein scharfem und pfefferartigem Geschmack. Dieses Oel löst sich leicht in Kali, und sättigt dasselbe, wie eine Säure; es schien mir aber keine Benzoësäure zu enthalten.

Vom Populin.

Mit dem Namen *Populin* habe ich einen Pflanzenstoff bezeichnet, welcher in den Pappelarten zu existiren scheint, und welchen ich in der Espenrinde nachgewiesen habe; reichlicher jedoch liefern ihn die Blätter der Espe. Um ihn darzustellen, braucht man nur diese Blätter mit Wasser zu kochen, und in das Decoct basisch essigsaures Blei hineinzuschütten, wodurch ein schön gelber Niederschlag entsteht. Man filtrirt die Flüssigkeit und dampft sie zur Consistenz eines klaren Syrups ein, worauf das Populin sich beim Erkalten in Gestalt eines krystallinischen, sehr voluminösen Niederschlags absetzt, welchen man zwischen Leinwand ausdrückt *).

*) Dieser Stoff ist so wenig löslich, daß der gelbe Niederschlag, welchen das basisch essigsaure Blei gebildet hat, einen großen Theil

Man erhitzt ihn darauf mit etwa dem 160fachen seines Gewichts Wasser und mit etwas Beinschwarz, und filtrirt die Lösung siedend, welche nun augenblicklich zu einem Brei von lauter ungemein zarten, seidenartigen Nadeln gesteht. Nachdem die Flüssigkeit von ihm abgetröpfelt und er auf Fließpapier getrocknet ist, stellt er eine sehr leichte Masse von blendend schneeweißer Farbe dar. Das Populin hat einen süßen Geschmack, den man nicht besser als mit dem der Süßholzwurzel vergleichen kann. Nach meiner Schätzung erfordert dasselbe etwa 2000 Th. kalten Wassers zu seiner Lösung; denn als ich es in 1900 Th. siedenden Wassers gelöst hatte, setzte sich beim Erkalten noch eine merkliche Menge von Krystallen in seidenartigen, ungemein leichten Büscheln, ab, welche die Durchsichtigkeit der Flüssigkeit merklich trübten. Diese, nachdem sie filtrirt war, brachte in den meisten Metallsalzen keine recht merkbare Veränderung hervor; als ich sie jedoch mit Chlornatrium sättigte, schied sich das Populin gänzlich in krystallinischer Gestalt ab.

Die neue Substanz ist in dem 70fachen ihres Gewichts an siedendem Wasser löslich, allein vom siedenden Alkohol erfordert sie viel weniger, auch gesteht die Flüssigkeit beim Erkalten zu einer einzigen gleichförmigen Krystallmasse. Sie löst sich sehr leicht in kalter concentrirter Essigsäure, so wie in Salpetersäure, und kann daraus wieder gefällt werden, anfangs zum größten Theil durch Wasser und dann durch Alkalien, mit allen ihren charakteristischen Eigenschaften. Eben so verhält sie sich gegen Phosphorsäure; ist diese Säure aber sehr concentrirt, so wird sie sehr schnell, selbst in der Kälte, in Harz verwandelt. Uebrigens verhält sich das Populin gegen Mineralsäuren, bei geringerer oder größerer Ver-

desselben mit niederreißt; siedendes Wasser zieht diesen aus, und läßt ihn beim Erkalten wieder fallen. Es ist daher zweckmäßig, das basisch essigsaure Blei in das noch siedende Decoct zu schütten.

dünnung und Erwärmung, durchaus wie das Salicin; es wird in ein weißes, harziges Pulver verwandelt, völlig mit dem identisch, welches das Salicin unter denselben Umständen giebt. Wie dieses, giebt es auch mit concentrirter Schwefelsäure eine purpurrothe Lösung von gleicher Nüance, aus welcher Wasser die färbende Substanz niederschlägt. Letztere, nachdem sie ein wenig ausgewaschen und dadurch von der überschüssigen Säure befreit worden ist, löst sich auch gänzlich in Wasser und kann daraus von Neuem durch Schwefelsäure gefällt werden.

Mit Salpetersäure behandelt, liefert das Populin, gleich dem Salicin, eine große Menge krystallisirter Kohlenstickstoffsäure; diese, in Wasser gelöst, gab, auf Zusatz von kohlensaurem Kali, lange und schöne goldgelbe Nadeln von kohlenstickstoffsäurem Kali, ohne Zeichen von Oxalsäure.

Gehörig mit Kali erhitzt, verwandelt sich das Populin in Oxalsäure, wie Hr. Gay-Lussac es für viele organische Substanzen gezeigt hat.

Für sich erhitzt, giebt sie eine durchsichtige und farblose Flüssigkeit, brennt darauf mit vieler Flamme und stößt dabei einen aromatischen eigenthümlichen Geruch aus, wie die harzigen Substanzen.

Bei der Destillation schwillt das Populin auf und giebt ein ölig aussehendes Product, welches beim Erkalten erstarrt und krystallisirt. Prefst man dieß zwischen Papier, so absorbirt es ein sehr scharfes empyreumatisches Oel, das den Geruch vom Hagedorn, aber in viel stärkerem Grade besitzt. Es bleibt eine in silberfarbenen Flitterchen krystallisirte Substanz zurück, welche alle Eigenschaften der Benzoësäure besitzt. Es folgt daraus, daß sich das Populin bei der Destillation fast wie das Amygdalin der HH. Robiquet und Boutron verhält *).

*) Die Hauptresultate der Untersuchung der HH. Robiquet und Boutron sind:

1) Das flüchtige Oel der bittern Mandeln verwandelt sich

Uebrigens scheint die neue Substanz sich nicht mit Bleioxyd vereinigen zu können.

Durch Kochen mit Wasser und Phosphor erleidet sie keine Veränderung; auch Chlor und Jod sind ohne Wirkung auf dieselbe.

VI. Ueber Ulmin (Ulmsäure) und Azulmsäure; von Hrn. P. Boullay.

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys.* T. XLIII. p. 273.)

Hr. Boullay hat durch diese Untersuchung zu ermitteln gesucht, welche der unter verschiedenen Namen bekannten Producte mit dem Ulmin identisch seyen, und welche von ihnen bisher mit demselben verwechselt wurden und von diesem unterschieden werden müssen. Er nennt das Ulmin, weil es Alkalien sättigt und mit ihnen salzartige Verbindungen eingeht, Ulmsäure (*acide ulmique* *), hat sie und mehrere ihrer Salze analysirt, und

gänzlich in Benzoëssäure, wenn man es unter einer mit Luft oder Sauerstoffgas gefärbten Glocke stehen läßt.

2) Dasselbe Oel ist in den bittern Mandeln nicht gebildet vorhanden, sondern hat Wasser zu seiner Bildung nöthig.

3) Die Benzoëssäure ist ebenfalls nicht fertig gebildet in ihnen da, sondern bedarf Luft oder Sauerstoff zu ihrer Erzeugung.

4) Die bittern Mandeln enthalten einen eigenthümlichen krystallinischen, geruchlosen, an der Luft unveränderlichen Stoff, der bitter wie die Mandeln selbst schmeckt, sehr löslich ist in Alkohol, und bei Erhitzung für sich in einer Röhre einen angenehmen Hagedorngeruch ausstößt, bei Erhitzung mit einer Kalilauge aber Ammoniak aushaucht.

5) Dieser, *Amygdulin* genannte, Stoff ist wahrscheinlich die alleinige Ursache der Bitterkeit der bittern Mandeln, und einer der Bestandtheile ihres flüchtigen Oels. (*Journ. de chim. médicale*, 1830, p. 381.)

*) Obgleich dieser Name im Grunde eben so unbezeichnend ist als der des *Ulmis*, so habe ich ihn dennoch einstweilen angenom-

einige neue Bildungsweisen derselben aufgefunden. Nachstehendes enthält in Kürze die von Hrn. Boullay beschriebenen Thatsachen.

1) Die von Vauquelin in den Ausschwitzungsproducten der Ulme entdeckte Ulmsäure findet sich auch in der Dammerde, der Umbra und dem Torf, in der rohen Seide, als Farbstoff derselben, in den Producten der trocknen Destillation des Holzes, im Rufs, in den unvollständig destillirten Pflanzenstoffen u. s. w. Sie ist auch eins der gewöhnlichen Producte bei Einwirkung der Schwefelsäure oder Chlorwasserstoffsäure auf Pflanzenstoffe. wie Holz, Stärkmehl, Rohrzucker und Alkohol; eben so entsteht sie bei Einwirkung der Alkalien auf Traubenzucker und Faserstoff.

Die Einwirkung der concentrirten Schwefelsäure auf Rohrzucker ist sehr energisch. Er wird bald braun, und verkohlt sich; nimmt man den gehörigen Zeitpunkt gewahr,

men, um die von Hrn. Boullay beabsichtigte Analogie mit dem Namen der folgenden stickstoffhaltigen Verbindung beizubehalten. Uebrigens ist das *Ulm* bekanntlich schon von Döbereiner unter dem Namen *Humussäure* zu den Säuren gerechnet worden, welcher Ansicht indeß Berzelius aus Gründen, die man in dessen Lehrbuch angegeben findet, nicht beigetreten ist. Was Hr. Boullay *acide ulmique* nennt, scheint identisch zu seyn mit dem von Berzelius unter dem Namen *Moder* aufgeführten Bestandtheil des *Humus*, dessen Verbindungen mit Salzbasen in neuerer Zeit auch von Sprengel (Kastner's Archiv, Bd. VIII. S. 145.) und Zenneck (ebendasselbst Bd. XII. S. 408.), freilich nicht eben sehr genau, untersucht worden sind. Ersterer fand den *Moder* bestehend aus 58,0 Kohlenstoff, 2,1 Wasserstoff und 39,9 Sauerstoff, welche Zusammensetzung aber in den beiden letzten Bestandtheilen sehr von dem Boullay'schen Resultate abweicht. Es ist übrigens zu bedauern, daß Hr. Boullay (oder wenigstens der in den *Annales de chimie et de physique* enthaltene Auszug aus seiner Abhandlung) nicht angiebt, auf welche Weise die analysirte Ulmsäure dargestellt, und wie die Identität der vielen für Ulmsäure erklärten Producte ermittelt worden ist.

P.

wahr, so kann man immer eine kleine Menge Ulmsäure aus ihm gewinnen. Mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure gelingt es nicht, weil die Reaction zu heftig ist; allein mittelst verdünnter Chlorwasserstoffsäure und Erwärmung kann man immer aus dem Rohrzucker eine beträchtliche Menge einer braunen Substanz gewinnen, die ganz der Ulmsäure ähnlich ist. Behandelt man eine Auflösung von Rohrzucker kalt mit verdünnter Schwefelsäure und läßt das Gemenge stehen, so ist der Rohrzucker nach einiger Zeit ganz in Traubenzucker verwandelt. Diefes neue Product wird nicht mehr von concentrirter Schwefelsäure verändert. Man kann Trauben- oder Mannazucker mit concentrirter Schwefelsäure zusammenreiben, ohne dafs sie die geringste Veränderung erleiden, denn wenn man die Säure sättigt, erhält man diese Substanzen wieder in ihrem ursprünglichen Zustand. Behandelt man dagegen eine Lösung von Traubenzucker unter Erwärmung mit Alkalien, so färbt sie sich sogleich immer mehr und mehr, und giebt eine braune Flüssigkeit, aus welcher Säuren ein braunes, flockiges Pulver fällen, das Ulmsäure zu seyn scheint.

Rohrzucker färbt sich unter gleichen Umständen nicht, und scheint keine Veränderung zu erleiden, selbst wenn man das Alkali mehrere Stunden lang einwirken läßt. Die entgegengesetzten Reactionen dieser beiden Agentien sind merkwürdig, indem sie offenbar zeigen, dafs zwischen den beiden Zuckerarten wesentlichere Unterschiede in der Constitution vorhanden sind, als die, welche aus der Gegenwart eines Atoms Wasser mehr oder weniger scheinen hervorgehen zu müssen.

2) Die Ulmsäure scheint von dem Product, welches sich durch Wirkung der Luft oder oxygenirter Körper aus Extracten, Gerbstoff, Gallussäure und deren Salzen erzeugt, verschieden zu seyn durch Farbe und Löslichkeit in Alkohol. Man mufs sie daher von diesem

Körper unterscheiden, mit dem sie scheint verwechselt worden zu seyn.

Nach Hrn. Döbereiner *) verwandelt sich das gallussaure Ammoniak, der Luft ausgesetzt, in ulmsaures Ammoniak; allein diese Producte scheinen nicht identisch zu seyn.

Die Ulmsäure hat übrigens eine gleiche Zusammensetzung wie die trockne Gallussäure, aber ihre Sättigungscapacität ist weit schwächer. Aus der Analyse ihrer Salze ergiebt sich, daß ihr Atomgewicht zu dem Atomgewicht der trocknen Gallussäure in dem Verhältniß 5:1 steht.

Es sind große Vorsichtsmaßregeln nöthig, um den in diesem Körper enthaltenen Kohlenstoff genau zu bestimmen. Wenn man die Ulmsäure nicht lange genug mit dem Kupferoxyd zusammenreibt, oder wenn man die Erhitzung des Gemenges nicht noch nach anscheinender Aufhörung der Gasentwicklung fortsetzt, werden die letzten Theile der Kohle nicht verbrannt. Mit welcher Sorgfalt man auch diesen Versuch anstellen mag, so hat man doch immer Ursach, diese Fehlerquelle zu fürchten. Das Verfahren des Hrn. Boullay weicht wenig von dem von Hr. Prout beschriebenen ab **), und hat folgende Resultate gegeben:

Kohlenstoff	56,7
Wasser	43,3
	<hr/> 100,0.

Für die Zusammensetzung der trocknen, d. h. der mit Bleioxyd verbundenen Gallussäure, hat Hr. Berzelius folgende Zahlen gegeben:

Kohlenstoff	57,08
Wasser	42,92
	<hr/> 100,00.

*) Diese Annalen, Bd. 74. S. 410.

P.

**) Ebend. Bd. 88. S. 263.

P.

Ein Resultat, welches in Volumen durch die Formel $C^6 H^6 O^3$ ausgedrückt wird.

Diese sonderbare Uebereinstimmung läßt vermuthen, daß die Ulmsäure und die Gallussäure nur durch Krystallisationswasser verschieden sind, was indeß eine bedeutende Verschiedenheit in ihren Eigenschaften herbeiführen kann. Um zu sehen, ob dem so sey, wurde krystallisirte Gallussäure mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, in der Hoffnung, sie dadurch in Ulmsäure zu verwandeln. In der Kälte war die Wirkung un wahrnehmbar, oder wenigstens auf die Lösung einer kleinen Menge Gallussäure beschränkt; als aber die Temperatur ein wenig erhöht wurde, entstand, unter Entwicklung von schwefliger Säure, eine schöne purpurfarbene Lösung. Die Flüssigkeit wurde, wie die Lösung der Ulmsäure in Schwefelsäure, von Wasser getrübt; allein der mehr violette Niederschlag hatte nicht alle Eigenschaften jener. Er war unlöslich in Alkohol, löste sich dagegen in Kalilauge mit Purpurfarbe und hatte viele Aehnlichkeit mit dem zuvor erwähnten Product. Hienach und nach der Analyse der Ulmsäure ist es wahrscheinlich, daß die Gallussäure und das gallussaure Ammoniak sich nicht an der Luft in Ulmsäure und ulmsaures Ammoniak verwandeln, wie Hr. Döbereiner voraussetzt, sondern in ein eigenthümliches Product, welches weniger Wasserstoff als die Gallus- und Ulmsäure enthält, übrigens eine nähere Untersuchung verlangt.

Um die Ulmsäure zu analysiren und deren Sättigungscapacität zu bestimmen, war es nöthig, unlösliche Salze derselben zu bereiten. Hr. Boullay bediente sich anfänglich des ulmsauren Ammoniaks, allein er gewahrte bald, daß die Niederschläge, welche dasselbe in Blei- und Silberlösungen hervorbringt, nur dann unauflöslich sind, wenn Ammoniak in Ueberschuß da ist, sich also ein basisches Salz bildet. Neutrales ulmsaures Ammoniak bringt zwar in einem Ueberschuß von salpetersau-

rer Silberlösung einen Niederschlag hervor, allein dieser löst sich in reinem Wasser, wenn er auf dem Filter von der Flüssigkeit, in der er entstand, abgeschieden worden ist. Auf Zusatz einer Salzlösung wird diese Verbindung auf's Neue unlöslich. Es bildet sich wahrscheinlich in diesem Fall ein ulmsaures Silberoxyd-Ammoniak. Hr. B. nahm darauf ulmsaures Kali, bereitet in der Wärme aus reinem Kali und Ulmsäure in Ueberschuß. Mit diesem Ueberschuß blieb die Flüssigkeit zwölf Stunden lang in einem verschlossenen Gefäße stehen; sie schmeckte alsdann nicht mehr alkalisch, sondern ein wenig bitter.

Mit neutralem salpetersauren Silberoxyd giebt das ulmsaure Kali einen Niederschlag von sehr schöner kastanienbrauner Farbe. Mehrmals heiß ausgewaschen lieferte dieser Niederschlag anfangs ein farbloses Waschwasser; wenn er aber getrocknet war, theilte er dem Wasser eine röthliche Farbe mit; auf's Neue gewaschen, färbte er das Wasser nicht weiter. Beim Trocknen zertheilt sich das ulmsaure Silber in kleine eckige Stücke von kupfriger Farbe, fast wie gröblich gepulverter Schwefelkies aussehend.

Die Niederschläge, welche das ulmsaure Kali in salpetersaurem Bleioxyd und schwefelsaurem Kupferoxyd hervorbringt, haben eine weit schwärzere Farbe.

Das ulmsaure Kupferoxyd wurde getrocknet, bevor es ganz ausgewaschen war. Die Auswaschung wurde vollendet, nachdem es gepulvert worden. Alle diese Salze, die sorgfältig gewaschen und bei 120° C. im Vacuo über Schwefelsäure getrocknet worden, wurden durch Glühen analysirt.

Die ulmsauren Metallsalze fangen schon weit unter der Rothglühhitze Feuer, und die Verbrennung geht für sich zu Ende, sobald man nur die Oberflächen erneuert.

Das ulmsaure Silber fand sich bestehend aus:

	Gefunden.	Berechnet.
Ulmsäure	71,43	71,85
Silberoxyd	28,57	20,15
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00.

Das Bleisalz aus:

Ulmsäure	73,14	72,5
Silberoxyd	26,86	27,5
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,0.

Nach diesen Resultaten, die ziemlich genau übereinstimmen scheinen, würde das Atomengewicht der Ulmsäure seyn: 3682,84 und deren Formel: $H^{28}O^{14}C^{28}$.

Die Analyse des ulmsauren Kupfers weicht ein wenig von dem obigen ab, und verdient vielleicht ein größeres Zutrauen. Hr. B. glaubt nämlich, dafs, beim ulmsauren Bleioxyd und Silberoxyd, das Waschwasser etwas Ulmsäure fortführte, weil es sich zu färben anfang; ein Uebelstand, der beim Kupfersalze, wenn man es vor dem völligen Auswaschen trocknet, nicht stattfindet.

Aus seiner Analyse hat sich für das Kupfersalz folgende Zusammensetzung ergeben:

	Gefunden.	Berechnet.
Ulmsäure	89,5	88,9
Kupferoxyd	10,5	11,1
	<hr/> 100,0	<hr/> 100,0.

Das Atomengewicht der Ulmsäure wird demnach 3945,45 und ihre Formel: $H^{30}O^{15}C^{30}$.

Man sieht überdieß, dafs diese Zahlen das Verhältniß 1:5 zwischen dem Atom der Gallussäure und dem der Ulmsäure viel schärfer darstellen. Hr. B. glaubt daher, dafs sie zulässig seyen.

Die schwache Sättigungscapacität der Ulmsäure ist eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, weil sie begreiflich macht, welche grofse Menge dieses schätzbaren Düngers mittelst einer sehr geringen Menge eines Alkali oder

des aus der Verwesung thierischer Stoffe entstehenden Ammoniaks in die durch ihn ihre Nahrung erhaltenden Pflanzen übergeführt werden kann.

Die ulmsauren Erden, und besonders der ulmsaure Kalk, scheinen nicht ganz unlöslich zu seyn, und überdies halten sie sich so lange schwebend, dafs man sie für gelöst halten würde. Sie können daher auch kräftig zur Ernährung der Pflanzen beitragen, und um so sicherer, als sie nicht, wie die ulmsauren Alkalien, vom Regenwasser fortgeführt werden.

Azulmsäure.

Das kohlige Product, welches die Cyanwasserstoffsäure bei freiwilliger Zersetzung fallen läfst, ist kein Kohlenstickstoff, wie Hr. Gay-Lussac vorausgesetzt hat, sondern ein wasserstoffhaltiger Körper, der sich mit Salzbasen verbindet. Man kann ihn *Azulmsäure* (*Acide azulmique*) nennen, wodurch sowohl seine Analogie mit der Ulmsäure in den meisten seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften, wie auch die Verschiedenheit von dieser in seiner Zusammensetzung angedeutet wird.

Eigenschaften der Azulmsäure.

Die Azulmsäure, sagt der Verfasser, ist in kaltem Wasser nicht löslich und scheint es auch in heifsem zu seyn. In Alkohol löst sie sich nicht, weder in kaltem noch in heifsem.

Von Salpetersäure wird sie in der Kälte mit schön morgenrother Farbe aufgelöst; Wasser trübt diese Lösung.

In Alkalien und Ammoniak ist sie sehr löslich. Die Flüssigkeit hat eine sehr dunkle Farbe, wie die Lösung des ulmsauren Kali's, ist aber weit röther. Säuren fällen daraus ein braunrothes, sehr leichtes Pulver, welches, getrocknet, ein mattes Ansehen hat, und den Glanz der Ulmsäure nur unvollkommen besitzt. In der Farbe ähnelt es der Tusche. Metallsalze bringen darin braune Nieder-

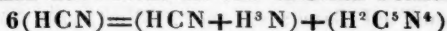
schläge hervor, und entfärben die Flüssigkeit vollständig. In der Wärme zersetzt sich die Azulmsäure in cyanwasserstoffsäures Ammoniak, welches sublimirt; steigert man die Hitze noch mehr, so erhält man ein Gas, welches mit blauer Farbe verbrennt, und welches Hr. B., seinem Geruche nach, für Cyan hält. Der Rückstand ist Kohle.

Ich habe diese Versuche nicht vervielfältigen können, sagt Hr. B., da ich wenig von der Substanz vorrätig hatte, allein ich hoffe auf sie zurückzukommen. Uebrigens hatte es für mich mehr Interesse, die elementare Zusammensetzung dieses sonderbaren Körpers zu bestimmen.

Vor Allem war ich bemüht, fährt Hr. B. fort, das Verhältniß des Stickstoffs zum Kohlenstoff auszumitteln, in der Furcht, bei dem geringen Wasserstoffgehalt, einen Fehler in seiner Bestimmung zu begehen, und in der Meinung, daß sich derselbe auch aus der Erörterung anderer Resultate nothwendig ergeben würde.

Ich habe die Analyse zwei Mal angestellt, und mich dazu des Niederschlags bedient, den eine Säure in der Lösung des azulmsäuren Kali's hervorbringt.

Beständig habe ich Stickstoff und Kohlenstoff in dem Verhältnisse 2:5 gefunden *). Mit diesem Verhältniß und in der Annahme, daß die Cyanwasserstoffsäure in cyanwasserstoffsäures Ammoniak und Azulmsäure zerfalle, kann man sich mittelst der sehr einfachen Formel:



Rechenschaft von den Erscheinungen geben.

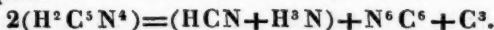
Die Azulmsäure ist demnach zusammengesetzt aus

*) Eigentlich standen wohl Stickstoff und Kohlensäure in dem Verhältniß 2:5, allein dies wird hier identisch mit dem zwischen Stickstoff und Kohlenstoff, weil Hr. Boullay, obgleich er früher bei der Ulmsäure den Kohlenstoff = 75,33 annimmt, jetzt 1 Vol. Kohlenstoff in 1 Vol. Kohlensäure voraussetzt, wie daraus hervorgeht, daß er das Cyan immer durch C^2N bezeichnet. Ich habe hier Alles gemäß der Berzelius'schen Bezeichnung abgeändert, d. h. die Coëfficienten des Kohlenstoffsymbols immer durch zwei dividirt.

2 Vol. Wasserstoff, 5 Vol. Kohlenstoff und 4 Vol. Stickstoff, oder in Gewichtstheilen:

Stickstoff	$N^4 = 47,64$
Kohlenstoff	$C^5 = 50,67$
Wasserstoff	$H^2 = 1,69$
	<hr/> 100,00.

Die Zersetzung über dem Feuer in cyanwasserstoffsäures Ammoniak, Cyan und Kohle erklärt sich leicht auf folgende Weise, wenn man die obige Formel verdoppelt:



Diese, wie mir scheint, zwischen der Ulmsäure und Azulmsäure vorhandene Analogie verfolgend, habe ich gesucht, die letztere durch Erhitzung von Gallerte mit Kali zu erzeugen. Dieselbe Verbindung scheint sich auch in der That zu bilden, wenn man thierische Stoffe analogen Reactionen aussetzt, wie die, welche Pflanzenstoffe in Ulmsäure verwandeln; und von der Art ist auch die Wirkung des Kali's auf die Gallerte.

Die Azulmsäure entsteht nicht blofs aus der freiwilligen Zersetzung der Cyanwasserstoffsäure, sondern auch aus der des cyanwasserstoffsäuren Ammoniaks und der des in Wasser gelösten Cyans, wie auch bei Einwirkung des Cyans auf Basen; mit einem Wort, man stöfst bei jedem Schritt auf sie, wenn man sich mit Cyanverbindungen beschäftigt.

Bei Wirkung der Salpetersäure auf Gufseisen, oder vielmehr auf die darin enthaltene sehr zertheilte Kohle, entsteht eine stickstoffhaltige Substanz, welche die Haupt-eigenschaften der Azulmsäure besitzt.

Die Azulmsäure scheint sich übrigens mit der sie lösenden Salpetersäure zu verbinden, und es ist daher glaublich, dafs die künstlichen Gerbstoffe nichts anderes

sind, als eine Verbindung dieses oder eines sehr ähnlichen Körpers mit Salpetersäure *).

VII. Ueber das Wasser des Weltmeers in verschiedenen Tiefen in Rücksicht auf die Temperatur und den Salzgehalt; von E. Lenz.

(Entnommen aus Dessen am 4. Nov. 1829 in der Petersburger Academie gehaltenen Vorlesung: *Physikalische Beobachtungen, angestellt auf einer Reise um die Welt, unter dem Kommando des Capitains Otto von Kotzebue, in den Jahren 1823, 1824, 1825 und 1826.*)

Drei Instrumente giebt es bis jetzt, die den Seefahrern und Naturforschern zur Ausmittlung der Temperatur des Meeres in verschiedenen Tiefen gedient haben. Jedem derselben wird von dem, der es brauchte, der Vorzug vor den übrigen eingeräumt; wir wollen sehen mit welchem Rechte, und damit auch zugleich die Wahl unseres Instrumentes rechtfertigen.

1) Zuerst betrachten wir ein Instrument, wie es von Péron gebraucht wurde; es besteht aus einem einfachen Thermometer, welches mit abwechselnden Schichten schlechter Leiter umgeben ist. Da die Brauchbarkeit dieses Instruments davon abhängt, daß die Substanzen schlecht leiten, so ist begreiflich, daß man es sehr lange in der untersten kältesten Region, deren Temperatur es eigentlich anzeigen soll, hängen lassen muß; eine Bedingung

*) Der von Hrn. Boullay mit dem Namen *Acide azulmique* belegte Körper ist offenbar derselbe, welcher nach Hrn. Johnston's Untersuchung eine isomerische Modification des Cyans seyn würde (man sehe dies. Ann. Bd. 95. S. 335.). Hr. Johnston wird in Kurzem seine Versuche wiederholen, und so lange mag es dahin gestellt bleiben, wer von beiden Chemikern das Recht auf seiner Seite hat.

welche der Seefahrer selten im Stande ist zu erfüllen, weil die dazu erforderliche Windstille nicht so häufig ist, als man vielleicht denkt. Zweitens aber wird das Resultat höchst ungewiss durch die beim Heraufziehen stattfindende Erwärmung. So lange die dahin gehörige Correction nicht auf irgend eine Art bestimmt wird, werden die Resultate immer wenig Zutrauen einflößen.

Bei Péron's Versuch auf 2144 Fufs dauerte das Hinunterlassen und Hängen in der größten Tiefe zusammen 75 Minuten, das Hinaufziehen aber 45. Nimmt man an, dafs das Hinunterlassen eben so schnell geschah, als das Heraufziehen (was sehr wahrscheinlich ist, da es von keiner Rolle, sondern aus den Händen des Beobachters geschah), so zeigt eine leichte, aber nur ungefähre, Rechnung, dafs man annehmen könne, das Instrument habe $52\frac{1}{2}$ Minuten in der niedrigsten Temperatur gehangen, dieß giebt eine Correction, welche die wirklich beobachtete Temperatur von $+6^{\circ}$ R. auf $-8^{\circ},1$ heruntersetzt, nach einer Rechnung, derjenigen ganz ähnlich, die man in Parrot's Physik der Erde, S. 367., findet. Diese Temperatur ist aber nach den Versuchen aller Uebrigen viel zu niedrig. Die Correction, wie sie hier nach den von Péron angegebenen Datis angestellt ist, kann daher unmöglich richtig seyn, und so lange sie nicht, wie gesagt, durch directe Versuche bestimmt wird, bleibt das Instrument höchst unzuverlässig.

2) Um die Unzuverlässigkeit einer Correction für die Zeit des Heraufziehens zu vermeiden, ist der Thermometrograph von Sixt ersonnen; ein Instrument, das auf dem ersten Anblick zu seinem Zweck höchst dienlich zu seyn scheint. Es besteht, wie bekannt, aus einer gebogenen Thermometerröhre, mit der Kugel und dem andern Ende nach oben, dem gebogenen Theil nach unten. Die thermometrische Substanz ist Weingeist. Den unteren Theil in beiden Schenkeln nimmt eine Quecksilbersäule ein, und in dem zweiten Schenkel über dem Quecksilber folgt die

torricellische Leere. Auf beiden Quecksilberflächen liegt ein kleiner eiserner Schwimmer, der an seiner unteren Seite zwei abwärtsgehende, nach Außen geschweifte Haare befestigt hat, die ihn, wenn das Quecksilber unter ihm zurückweicht, am Herabfallen hindern. Auf diese Weise zeigt das Instrument die Extreme der Temperatur an, durch den Stand des Schwimmers im leeren Raum und im Wein-geiste.

Dieses Instrument wäre seiner Theorie nach allerdings dazu geeignet, die genauesten Resultate zu liefern, wenn es möglich wäre, diese in der Ausführung zu erreichen. Aber bei der nothwendig grofsen Biegsamkeit der Haare ist wohl einzusehen, wie leicht ein Stofs oder ein plötzlich schnelleres Anziehen des Seils oder eine gröfsere Glätte des Glases an einer Stelle den auf seinem Härchen ruhenden Schwimmer verrücken könnte. Der zweite Umstand, nämlich das schnellere Anziehen, kann um so leichter stattfinden, da, bis auf unsere Versuche, die früheren unseres Wissens nie so angestellt wurden, dafs das Seil auf einer Rolle gleichmäfsig aufgewunden, sondern durch die Hände der Matrosen ruckweise heraufgezogen wurde. Dann aber scheint uns ein anderer Umstand sehr der Erwägung werth, weshalb der Thermometrograph für den hier hauptsächlich berücksichtigten Gebrauch zur Bestimmung der Temperatur in verschiedenen Tiefen des Meeres nicht eigentlich geschickt ist. Das ist nämlich der: dafs das Instrument nur die Extreme der Temperatur anzeigt. Wäre es ausgemacht, dafs die Temperatur des Weltmeers regelmäfsig ohne Ausnahme mit der Tiefe abnähme, so würde von dieser Seite nichts einzuwenden seyn; allein wer bürgt uns dafür? *)

*) Man möchte vielleicht antworten, die Theorie; denn das wärmere Wasser müfste ja hinaufsteigen; allein erstlich könnte ja die gröfsere Leichtigkeit der Wassertheilchen durch die Wärme, durch gröfseren Salzgehalt und gröfseren Druck compensirt werden. Zweitens aber hat noch neulich Dr. Erman jun. (Pog-

Die mit anderen Instrumenten, als dem Thermographen, angestellten Beobachtungen sind, bis auf die unsrigen, alle isolirt, und reichen nur bis auf unbedeutende Tiefen; aus ihnen läßt sich also nichts schließen. Wenn nun aber wirklich das Weltmeer von irgend einem Punkte der Tiefe aus wieder wärmer würde, wird das Sixtthermometer diese zunehmende Temperatur keinesweges anzeigen; denn der die niedrigste Temperatur angegebende Schwimmer würde seinen Stand, wie er auf dem Wendepunkt der Temperatur war, behalten und immer nur die Temperatur dieser Tiefe anzeigen. Unsere Versuche haben nun zwar gezeigt, daß bis auf 1000 Toisen die Temperatur beständig abnimmt, und daß daher der Einwand gegen das Sixtthermometer bis zu dieser Tiefe wegfällt; aber eben deshalb müssen Versuche mit andern Instrumenten vorausgehen. Die unsrigen haben erst bewiesen, daß das Sixtthermometer bis auf 1000 Toisen gebraucht werden dürfe, aber noch nicht weiter.

Uebrigens war es unser Vorsatz, den Thermometrographen mit unsern Instrumenten zu verbinden, damit beide Angaben einander bestätigen möchten; allein bei unserer Ankunft in London konnte Hr. v. Kotzebue kein brauchbares Instrument daselbst fertig finden.

3) Ein drittes Instrument zur Bestimmung der Temperatur der Tiefe ist das von Hales angegebene. Es besteht aus einem hohlen Cylinder, der oben und unten

gendorff's Annal. 1828, 3.) gezeigt, daß das Meerwasser sich bis zu seinem Frierpunkt fortwährend zusammenzieht; allein hier kann es nicht frieren durch den großen Druck, unter welchem es steht (Parrot, Physik der Erde, S. 368.), und wie das specifische Gewicht des unter den Frierpunkt erkälteten Wassers sich verhält, ob es da nicht ein Maximum der Dichte habe, darüber sind wir noch ganz ungewiß. Diese Betrachtungen erhalten durch die Beobachtung eines Engländers, der im indischen Ocean das Wasser in der Tiefe wärmer gefunden haben will, eine Bestätigung, wie auch durch die Beobachtungen in den Polarmeeren.

durch zwei sich nach oben öffnende kreisrunde Ventile geschlossen ist. Beim Hinuntersinken öffnen sich dieselben durch das unten andringende Wasser, und lassen demselben freien Durchfluß; beim Heraufziehen erfolgt der Druck von oben, die Ventile schliessen sich, und man bekommt das Wasser der Region herauf, in der man das Instrument anhielt. Das ist die einfache Idee des Erfinders. Sie gewährt den großen Vortheil, daß man zugleich eine Portion Wasser heraufbekommt zu anderweitiger Bestimmung desselben, als z. B. seinem Salzgehalt nach.

Horner (Reise um die Welt vom Capitain Kru-
senstern, Th. 3. S. 131.) macht gegen dieses Instru-
ment folgende Einwendungen:

»Die Schwierigkeit, gut schließende Ventile zu ma-
chen, und besonders der Umstand, daß ein Körper von
solchem Widerstand und Gewicht nicht leicht ohne Un-
terbrechung und Stillstand aus einer Tiefe von ein Paar
Hundert Faden heraufgezogen werden kann, wozu noch
die Schwankungen des Schiffs auf eine unvermeidliche Art
beitragen, vermindern das Brauchbare dieses Werkzeugs
sehr. Auch wird in dem Zeitraum von 5—10 Minut. wel-
che zum Heraufziehen verwandt werden, das eingeschlos-
sene Wasser schwerlich seine ursprüngliche Temperatur un-
verändert beibehalten, wofern nicht der Cylinder mit Sub-
stanzen umgeben ist, welche die Wärme schlecht leiten,
was jedoch das Volumen der Maschine auf eine nach-
theilige Art vergrößern würde; und selbst bei der besten
Umwicklung und Verschließung wird man immer bloß
Wahrscheinlichkeit statt der Gewissheit haben, daß das
Thermometer sich gar nicht geändert habe.« — Hierauf
bezeugt er seine Verwunderung, »daß selbst neuere Natur-
forscher sich mit diesem unsichern Werkzeuge behelfen
konnten, da man so lange im Besitz des Thermometro-
graphen ist, welcher mehr als ein bloßes Spielwerk ist.«

Wir haben hier die eigenen Worte Horner's aus-
führlich hingesetzt, weil sie wirklich alle Einwendungen

enthalten, die gegen diese Art von Instrumenten gemacht werden können. Das von uns gebrauchte ist der Idee nach dasselbe; wie es aber construiert ist, um die größtmögliche Genauigkeit der Resultate zu liefern, das wird am Besten eine ausführliche Beschreibung desselben zeigen, und dadurch wird man auch in den Stand gesetzt zu beurtheilen, in wiefern die Einwendungen Horner's auf dasselbe passen.

Das uns anvertraute Bathometer ist die Erfindung des Hrn. Staatsraths Parrot, und unter seinen Augen verfertigt. Alle Berichtigungen an demselben sind von uns nach seiner Angabe und meist in seinem Beiseyn angestellt worden.

Das Instrument faßt 64 Pfund Wasser zu 14 Unzen Medicinalgewicht. Diese große Wassermasse verschafft schon den Vortheil, daß während des Heraufziehens das Wasser sich nicht so leicht erwärmt, als im Hales'schen kleinen Instrumente, da der Cubikinhalt in schnellerer Proportion zunimmt, als die Oberfläche; es kommt alsdann darauf an, diese Wassermenge so zu umgeben, daß sie beim Heraufziehen die wenigste Wärme annehme, und sich nicht mit den höheren Wasserschichten vermische.

Die Zeichnung (Taf. I. Fig. 2.) zeigt den Mechanismus des Bathometers, wie er in zwei vollkommen gleichen Exemplaren zu unserer Expedition verfertigt wurde; *aaaa* ist der hohle Raum des Instruments, 16" hoch und 11" im Durchmesser (nach Pariser Maafs, wie alle Angaben in gegenwärtiger Abhandlung, wenn es nicht ausdrücklich anders erwähnt wird), welche durch die cylindrische Hülle von der Höhe *h'h'* und dem Durchmesser *h'h'* entsteht. Diese Hülle ist von verzinnemten sogenannten Arschinenblech, dessen Dicke $\frac{1}{4}$ " beträgt, und das 1 Arschin (28" englisch) im Quadrat groß ist. Zwei messingene Grundflächen *acca* und *bb* begränzen diesen Raum, und tragen die Klappen *bccb* und *deed*. Beide sind an der eisernen Stange *ff* befestigt, so daß sie sich

nur zusammen heben oder senken können. Diese Befestigung geschieht durch Löthung der Stangen an die Böden der Klappen *ee* und *bb*, und an die blechernen Kreuzstreifen *cc* und *dd*. Diese Klappen sind conische Schalen, welche in andere Schalen passen, die dadurch entstehen, daß man die Böden *acca* und *bb* in der Mitte keilförmig ausschneidet und die konischen Wände *bcbc* und *dede* am Rande aufsetzt. Dabei ist zu bemerken, daß sowohl die Klappen als die Böden, worin sie passen sollen, gegossen sind, jedes aus einem Stück. Das gewalzte Messing verträgt die Schleifung nicht, welche die krummen Flächen erfahren müssen, um gehörig zu schließsen. Die beiden Klappen sind ungleich, weil die untere durch die Bodenklappe der oberen gehen soll; der kleinere Durchmesser der unteren hat 5", der der oberen 7". Die Dreieckchen von Blech bei *h'* und *h* und *a* und *a*, deren vier oben und vier unten angebracht sind, dienen zur Befestigung der Hülsen, in welchen die Klappen liegen, an der Peripherie des Gefäßes durch Löthung.

An der eisernen Stange *ff* ist das Thermometer *gg* eingeschraubt, so daß dessen Kugel nicht weit von der unteren Klappe zu stehen kommt, weil, wenn eine Erwärmung stattfindet, die kälteste, also die der wahren Temperatur näher stehende Schicht, am tiefsten liegt. Da das Instrument bestimmt war, wo möglich auf 3000 Toisen niederzusinken, so konnte man sich auf die gewöhnlichen Thermometerkugeln von dünnem Glase nicht verlassen. Daher wurden besondere Thermometer verfertigt, deren Kugeln 0",5 Glasdicke hatten. Obgleich dadurch die Mittheilung der Wärme etwas verzögert wurde, so hat dieß keinen Einfluß, da das Instrument immer eine Viertelstunde in der Tiefe hing und das Thermometer bereits bedeutend erkältet ankam. Beim Herausziehen und Ablesen der Temperatur gereicht diese Unempfindlichkeit aber eher zum Vortheil als zum Nachtheil.

Um die Stange in verticaler Richtung in der Axe des

Instruments zu erhalten, sind zwei durchlöcherter eiserne Stangen angebracht, die eine unten bei *kk*, die andere steht auf der gezeichneten Ebene senkrecht, und befindet sich oben durch die punktirte Linie *oo* angedeutet, die man 90° gedreht denken mufs.

Der bis jetzt beschriebene Mechanismus bedingt bereits die Möglichkeit einer freien Bewegung der Klappen auf und ab, und ein ganz zeitiges Einschliessen der Wassermasse *aaaa*. Das wirkliche Oeffnen und Schliessen geschieht durch nichts anderes, als den Widerstand des Wassers beim Herunterlassen und Heraufziehen. Um nun zu bewirken, dafs es stets zu rechter Zeit und unfehlbar eintreffe, müssen die Klappen gewichtlos seyn. Am einfachsten würde dies eine an der Stange *ff* angebrachte hohle messingene Kugel bewirken. Allein das Instrument sollte bis auf 3000 Tois. hinuntergehen, und daher einen Widerstand von etwa 600 Atmosphären aushalten, und da zeigt die Rechnung, dafs die Kugel, wenn sie nicht verhältnismäfsig grofs und schwer seyn soll, diesen Druck nicht aushalten würde. Denn wenn man 1''' für die Messingdicke der Kugel annimmt, so giebt die Rechnung den erforderlichen Durchmesser $= 8''{,}5$; die halbe Oberfläche also von 113 Quadratzoll müfste auf jeder Seite einen hydrostatischen Druck von 1100 Kubikfufs Quecksilber aushalten, welchem sie nicht widerstehen konnte. Der berechnete Durchmesser $= 8''{,}5$ ist der, bei welchem die Kugel sich schwimmend erhalten konnte; um noch das Gewicht der Klappen zu tragen, müfste er noch gröfser seyn. Es ist abzusehen, bei welcher Dicke das Messing Widerstand leisten könnte, da der Durchmesser mit der Metalldicke wachsen mufs, doch so, dafs die Widerstandsfähigkeit wie der Kubus der Dicke, und der wirklich zu leistende Widerstand wie das Quadrat des Durchmessers wächst.

Dagegen kann man ohne alle diese Unbequemlichkeiten die Scheere zu Hülfe nehmen, um die Klappen zu

zu äquilibriren, und die Berechnung zeigt, daß wenn die größere Dichtigkeit des Wassers und dessen geringere Temperatur das specifische Gewicht modificirt, der Unterschied, der nur von dem Unterschied der gebrauchten Materien abhängt, mit wenigen hundert Granen aufgewogen ist. Der Mechanismus ist aus der Figur leicht zu ersehen. An die Stange *ff* ist gleich über dem Stege *rr* bei *f* an jeder Seite ein kleiner Ring gelöthet, in den die Drähte *fn* mit ihren Endringchen fassen. Die andern Enden derselben bewegen sich frei bei *nn* in den Enden der Hebel *ln*, die auf der andern Seite die mit Blei gefüllten messingenen Linsen *pp* tragen. In Fig. 3. Taf. II sind dieselben im Querschnitt gezeichnet. Ein leerer Raum bleibt in jeder derselben offen, um sie mit Schrot zu justiren. Diese Hebel ruhen mit ihren Axen in einer Gabel (Fig. 4. Taf. II.), welche auf dem Stege *rr* angeschraubt ist.

Die Justirung der Gegengewichte geschah im Wasser, worin $\frac{1}{30}$ Salz aufgelöst war, so daß die Klappen, deren Gewicht $7\frac{1}{2}$ Pfund betrug, sich mit einer Ueberwucht von einer halben Unze schlossen, die hinreichend ist, um in allen Tiefen bis zu 3000 Toisen den Einfluß der Kälte und ihrer zunehmenden Verdichtung durch den Druck aufzuwägen. Es fragt sich aber, ob der Widerstand des Wassers durch den Fall hinreichend seyn werde, diese Ueberwucht zu überwinden?

Die Fallgeschwindigkeit, wenn der Beharrungszustand eingetreten ist, sey angenommen $=1'$ in der Secunde, so entspricht dieß einem Wasserdruck von beinahe $0,2$ Höhe. Es ist aber die Basis der unteren Klappe $=38,5$ Quadrat Zoll, also der Druck $=7,3$ Kubikzoll Wasser $=4,93$ Unzen. Die Erfahrung aber zeigt, daß dieser Fall, wenn er am Geringsten ist, d. h. in unsern Versuchen, nahe bei 1000 Toisen über $3'$ ausmacht, woraus man leicht sieht, wie groß die vorhandene Ueberwucht an Kraft zum Oeffnen ist. Der Schluss geschieht

gleichfalls mit einer hinreichenden Kraft, um allem Zufälligen zu begegnen. Die Erfahrung zeigte, dafs bei 1000 Toisen zwei Mann das Seil mit 1' 3" Geschwindigkeit heraufzogen. Die Oberfläche der Klappe ist aber $\approx 63,57$ Quadrat Zoll, und der der Geschwindigkeit von 1' 3" zukommende Wasserdruck ist beinahe 0",33 Höhe, also der Druck etwa 21,2 Kubikzoll $\approx 14,1$ Unzen.

So eingerichtet würde das Spiel der Klappen im Wasser richtig vor sich gehen; allein man würde die Frucht der Arbeit in dem Augenblicke, da das Instrument zu Ende des Versuchs aus dem Wasser tritt, verlieren, weil, so wie die Gewichte *pp* über dem Wasser hervorkommen, die Klappen sich öffnen und das im Instrument enthaltene Wasser in's Meer zurückfliessen lassen würden, Denn die Gewichte werden um so viel schwerer, als das Gewicht des Wassers beträgt, dessen Stelle sie einnehmen, dahingegen die Klappen und die Stange noch untertauchen, und also nicht an Gewicht zunehmen. Es mufs also für den Augenblick ein Auflegegewicht angebracht werden, das aber unter dem Wasser nicht wirkt. Ein solches ist ein offnes blechernes Gefäfs *ss*; dessen Gewicht als Theil des Gewichtes der Klappen mit in der Justirung begriffen ist. Durch das Hinuntersinken füllt sich dasselbe, und erst beim Herausziehen aus dem Wasser drückt das Gewicht des in ihm enthaltenen Wassers auf die Klappen. Diefs Gefäfs hat die gehörige Gröfse, wenn sein Inhalt um ein Viertel gröfser ist, als die Summe der Volumina der beiden Linsen. Ein messingener Knopf *v* oben an der Stange hält das Gefäfs an derselben fest und bildet so ihr letztes Ende.

Der Bügel, in einem Scharnier, dessen Ebene mit der hier gezeichneten rechtwinklig ist, trägt das Ganze. Daher sind der an dem grofsen Gefäfs angelötheten eisernen Stäbe vier. Zwei derselben tragen den Steg *rr*, und die theils als Handhabe, theils zum Schutz gegen etwanige Stöfse dienenden eisernen Ringe *ww*; die zwei andern tragen einen ähnlichen Steg *oo*, der in der Ebene

des Bügels liegt; er ist der schon oben erwähnte mit der punktirten Linie bezeichnete, der mit dem unteren *kk* dazu dient, die Stange *ff* in verticaler Richtung zu halten und sie sich nicht höher heben zu lassen, bis der Ring *ii* an denselben stößt. Drei ähnliche eiserne Stangen mit unten angeschraubten messingenen Kugeln dienen dem Instrumente zu Füßen.

Es gilt endlich, die Temperatur des eingeschlossenen Wassers während des Heraufziehens vor dem Einfluß des oberen wärmeren Wassers so viel wie möglich zu sichern. Luftvolle Räume sind hier nicht anzuwenden, weil der ungeheure Wasserdruck in der Tiefe sie zusammenpressen würde. Man hielt sich daher an den in Parrot's Grundrifs der Physik (Bd. II. S. 30.) zuerst aufgestellten Satz, daß die Heterogenität der Substanzen den Durchgang der Wärme verzögert. Dieser Satz wird am angeführten Orte durch die beiden Versuche hinlänglich bewiesen, besonders auffallend im zweiten, wo bei sonst ganz gleichen Umständen eine gleiche Portion Wasser, wenn sie über Wasser liegt, bei Erwärmung des Gefäßes schneller an Temperatur steigt, als wenn sie über Quecksilber liegt, obgleich das letztere ein 28 Mal besserer Leiter ist, als das Wasser *). Aus diesem Satze erklärt sich, wie Pelzwerk, Wolle, Strohdächer u. s. w. so gute Wärmehalter sind, weil sie nämlich ihrer Natur nach eine große Menge abwechselnder Schichten ihrer Substanz und der Luft der durchdringenden Wärme entgegensetzen.

Hiernach nun wurde die ganze Oberfläche unseres Cylinders und der Klappen mit vier abwechselnden Lagen von dünnem Eisenblech und grobem Tuch, das aber zuvor in fast kochender Mischung von Talg und Wachs durch und durch getränkt war, belegt. Oben und unten

*) Aehnliche Versuche sind in neuerer Zeit auch von Fourier mit seinem Contactthermometer angestellt; man sehe dies. Ann. Bd. 39. S. 341.

ward Alles an das Gefäß fest zusammengenäht, mit Leinwand überzogen, und mit Oelfarbe mehrmals überstrichen. Da aber diese Ueberzüge nicht so fest an einander liegen konnten, daß nicht das Wasser sich dazwischen drängte, so bildete dies eine neue heterogene Substanz, so daß die Wärme 17 Durchgänge durch heterogene Substanzen machen mußte, ehe sie das Instrument selbst erreichte.

Das eine Instrument wog in der Luft $84\frac{1}{2}$ Pfund, und in Salzwasser von der oben (S. 81.) angegebenen Stärke $45\frac{1}{2}$ Pfund. Das andere war um $2\frac{1}{2}$ Pfd. leichter.

Der Gebrauch unseres Bathometers ist folgender: Nachdem man dasselbe an das Seil geknüpft hat, wird es seinem natürlichen Fall überlassen bis zu der zu erreichenden Tiefe. Dort bleibt es wo möglich eine halbe Stunde (in unsern Versuchen mußte diese Zeit aber meistens auf eine Viertelstunde reducirt werden, wegen Unbeständigkeit der totalen Windstille). Dann wird es so schnell wie möglich heraufgezogen. Bei der Ankunft des Instruments ist ein blecherner Eimer bereit es zu empfangen; in der Mitte des Bodens hat derselbe eine Erhöhung, auf welche die untere Spitze der Stange stößt, ehe die Füße des Instruments den Boden berühren; dadurch öffnen sich die Klappen. Vorher aber müssen erst der Steg *rr* und die Schrauben des andern Stegs *oo* schnell gelöst werden, damit die Klappen sich herausheben lassen. Das Thermometer wird beobachtet, sobald seine Skale sichtbar geworden. Obgleich dasselbe durch das Herausheben an die Luft augenblicklich anfangen wird sich zu erwärmen, so wird diese Erwärmung wiederum compensirt durch die gleichfalls sogleich beginnende Verdunstung des an der Thermometerkugel hängen gebliebenen Wassers; der dadurch entstehende Fehler wird also höchst unbedeutend seyn.

Ehe aber das Instrument zur Reise abgegeben wurde, mußten vorzüglich zwei Proben mit demselben gemacht werden; die eine, um sich zu versichern, ob die Klap-

pen wirklich wasserdicht schlössen; die zweite, um den Uebergang der Wärme vorläufig kennen zu lernen, und sich zu überzeugen, ob eine sehr bedeutende Correction nöthig sey.

Zum Behuf der ersten Aufgabe wurde das Instrument in ein großes mit Wasser gefülltes Fafs gesenkt, alsdann herausgehoben, und vier Stunden frei in der Luft aufgehängt. Während dieser vier Stunden verlor es nicht ganz 4 Unzen Wasser, obgleich das Wasser mit seiner ganzen Druckhöhe zum Ausflufs drängte. Das macht also nicht $\frac{1}{14}$ des Ganzen aus. Da nun bei dem Versuche im Meere nur während des Heraufziehens und nur durch die Ungleichheit des specifischen Gewichts ein Verlust möglich ist, so sieht man ein, daß dort eigentlich kein Verlust stattfinden kann, als derjenige, der durch die Dilatation des in die höhere Temperatur heraufgebrachten Wassers entstehen muß, und daß also das Bathometer immer voll von dem aus der größten Tiefe eingenommenen Wassers bleiben muß.

Für die zweite Probe wurde das obige Fafs mit Wasser von $19^{\circ},4$ C. (der Temperatur der umgebenden Luft) gefüllt, das Instrument hineingetaucht und mit diesem Wasser in sich herausgenommen. Dann wurden so lange Eisstücke in's Fafs geworfen, bis die Temperatur auf $0^{\circ},5$ sank, hierauf das Bathometer hineingesenkt, zwei Stunden darin gelassen, herausgenommen und die Temperatur des Wassers darin beobachtet. Sie war $11^{\circ},5$, während das umgebende Wasser auf $0^{\circ},5$ erhalten wurde. Der Unterschied ist $7^{\circ},9$, und würde etwa $3^{\circ},9$ gewesen seyn, wenn das Bathometer sich in Wasser von gleichförmig von unten nach oben abnehmender Temperatur bewegt hätte, denn die Erkältung geschieht ungefähr im Verhältniß des Temperaturunterschiedes, wie uns spätere Versuche lehrten.

Somit wäre denn Alles geschehen, was zur Vervollkommnung des Instruments geschehen konnte, und es bleibt

nur noch übrig, das Seil und die Maschine, die zur Hinunterlassung dienen sollte, zu beschreiben.

Wenn man die Aeußerungen der Seeleute über die Schwierigkeit, lange Seile aus dem Wasser zu ziehen, liest und hört, möchte man verzweifeln, auch nur 1000 Toisen in die Meerestiefe hinabzureichen. Zum Glück liegt der große Widerstand, den sie dabei erfahren haben, nicht, wie sie wähnen, in der Reibung des Seils gegen das Wasser, denn sonst würde sich unser Bathometer nicht mit 3' in der Secunde bei 1000 Toisen Tiefe gesenkt haben, da die Reibung für die Bewegung abwärts dieselbe wie für die Bewegung aufwärts seyn muß. Im ersten Fall wird diese Reibung durch das Gewicht des bewegten Körpers und des Seils selbst überwunden, und dieß letztere ist ein Drittel vom Gewicht des trocknen Seils. Warum sollte sie nicht mit derselben Kraft aufwärts überwunden werden können, um so mehr, als das Heraufziehen nicht leicht mit mehr als 2' Geschwindigkeit geschehen kann? Die Ursache, warum sie es in der That nicht wird, ist die auf Schiffen allgemein übliche Art des Aufziehens von Lasten, nämlich ruckweise, wobei Last und Seil nach jedem Rucke nicht nur still stehen, sondern um etwas zurückfallen, und also bei jedem Zuge nicht nur die Trägheit des Gewichts, des Seils und des durch Reibung aufwärts geschleppten Wassers, sondern auch ein Anfang von entgegengesetzter Bewegung überwunden werden muß; ein Widerstand, der in manchen Fällen, besonders wenn man sehr rasch aufziehen will, das Zehnfache des natürlichen Widerstandes betragen mag. Die Möglichkeit jede Tiefe im Meere zu erreichen und das Seil, ohne daß es reißt, heraufzuziehen, beruht also darauf, daß das Heraufziehen in gleichmäßiger steter Bewegung geschehe.

Daher wurde das Seil des Bathometers auf eine große Spuhle von 2' 2" Länge und 2' Durchmesser im Lichten

aufgewunden. Die Spuhle ruhte mit ihren beiden Zapfen auf einem passlichen Gestell, welches zwei lange, schräg hinlaufende und über Bord hinausreichende Arme hatte, diese Arme trugen zwischen ihren Enden eine Rolle, über welche das Seil hinabging. Das ganze Gestell bewegte sich um eine verticale Axe und zwei Rollen, um damit nach Belieben die Rolle über Bord hinaus und wieder zurück zu bewegen. Die Spuhle hatte an jedem ihrer Backen eine besondere Vorrichtung zum Halten, an dem einen an der Peripherie eine prismatische Rinne, in die mittelst eines Hebels ein Seil eingedrückt werden konnte, um so durch Friction die Bewegung zu mildern; am andern aber Zähne und einen Haken, um die Bewegung ganz zu hemmen. Zwei Kurbeln, deren Ebenen 108° gegen einander neigten, an den Zapfen der Spuhle angebracht, machten es möglich, einen bis vier Mann zum Aufwinden zu gebrauchen.

Wenn es Tiefen von 3000 Toisen gilt, bis zu welchen unser Instrument eingerichtet war, so darf das Seil nicht dicker und schwerer genommen werden, als nöthig ist, weil man sonst um Raum und Kraft zur Handhabung desselben verlegen ist. Es mußte daher eine Untersuchung über das Gewicht und die Tragkraft der Seile im Wasser angestellt werden, wobei zum Grundsatz angenommen wurde, daß bei jeder Länge und in jeder denkbaren Station im Heraufziehen des Seiles Tragkraft das Vierfache des zu überwindenden Widerstands ausmachen müsse, damit, wenn das Seil durch den Gebrauch und das häufige Nafswerden etwas von seiner Stärke verloren habe, es noch immer im Verlauf von 3 bis 4 Jahren stark genug bleibe. Es wurden also drei ungetheerte Seile, jedes von 1000 Toisen Länge genommen, deren Stärke dem Gewicht proportionirt war, welches jedes zu tragen hatte, da das erste nur das Instrument und sich selbst, das zweite außerdem seine eigene Last, und das

dritte wiederum noch die seinige zu tragen hatte. Die Abwägung des Seils zeigt folgende Tafel. Ein 6' langes Stück von

No. 1.	wog trocken	484 Grm.,	ganz durchnässt	647,5,	im Wasser	161,5
No. 2.	-	610	-	-	818,5	- 204,0
No. 3.	-	1028	-	-	1379,0	- 341,5

folglich wog das ganze Seil trocken 316 Pfund, und nafs im Wasser 105 $\frac{1}{3}$ Pfund.

Es ergibt sich aus diesen Proben, so wie aus mehreren anderen, die angewandt wurden, bis man das schickliche Verhältnifs der Stärke erreichte, dafs ein Seil, welches sich mit Wasser vollgesogen hat, im Wasser nur ein Drittel seines Gewichts im trocknen Zustande hat, und dafs dieses Gewicht im Wasser dem des eingesogenen Wassers gleich geschätzt werden mufs, woraus zu schließen ist, dafs ein trocknes Seil beiläufig das specifische Gewicht des Wassers hat.

Ein hanfenes Seil verkürzt sich bekanntlich durch das Nafswerden, und dehnt sich durch angehängte Gewichte wiederum aus. Diese Veränderung der Länge ist für die Schätzung der erreichten Tiefe sehr wichtig, und mufste also bestimmt werden. Daher wurden Probestücke im trocknen Zustande gemessen, dann mit Wasser vollkommen getränkt, wieder gemessen und endlich mit dem Gewichte behangen, welches das Seil von 200 zu 200 Toisen zu tragen hat. So ergab sich denn, dafs die drei Seile zusammengenommen eine Reckung von 213 $\frac{5}{8}$ Toisen auf eine Länge von 2800 Toisen erfahren, mithin dafs, wenn man 2800 gezählt hat, man in der That eine Tiefe von 3013 $\frac{5}{8}$ Toisen erreichte. Jedoch wurden mehr als 3000 Toisen genommen, damit in dem Falle, dafs das Schiff nicht ganz still stehe, sondern mit dem oberen Wasser getrieben würde, es nicht am Seile fehle, um die ganze verticale Tiefe von 3000 Toisen zu erreichen.

Um aber die Länge des Seils genau zu messen, wurde eine besondere Vorrichtung verfertigt, wodurch das ganze

aus Einem Stücke bestehende Seil über ein sehr genaues Maafs von 6 Toisen gespannt wurde, und zwar No. 1. mit 4 Pfund, No. 2. mit 6 Pfund, und No. 3. mit 8 Pfd., diese Vorrichtung bestand aus einem gleicharmigen Winkelhebel, dessen verticaler Arm das Ende des abzumessenden Stricks faßte, während am horizontalen das spannende Gewicht hing.

Nummern wurden von 10 zu 10 Toisen angenäht, die 100 und 1000 Toisen durch die Farbe der Nummern unterschieden, und die einzelnen Toisen durch durchgezogene Fäden bezeichnet. Um endlich überzeugt zu seyn, daß das Seil nicht einzelne dünne Stellen enthalte, wurde es in seiner ganzen Länge durch eine Art Proportionalzirkel gezogen, wodurch die Unterschiede der Dicke verzweifelt an einem Zeiger über einem Maafsstab abgelesen wurden. Mehrere besonders dünne Stellen wurden ausgeschnitten und das Seil wieder zusammengeflochten.

Wenn alle diese Vorsichtsmaafsregeln gehörig beachtet werden, so ist einzusehen, daß die oben (S. 77.) gemachten Einwendungen Horner's gegen diese Art von Instrument bei dem unsrigen wegfallen, und daß überhaupt bis jetzt kein so vollkommenes existirt habe. Sein erste Einwurf, wegen unvollkommener Schließung der Ventile, wird durch den angestellten Versuch hierüber (S. 85.), entkräftet, dessen Resultat nichts zu wünschen übrig läßt. Das unregelmäßige Heraufziehen findet gleichfalls nicht statt, wie es sonst wohl der Fall war, wegen der S. 86. angeführten Einrichtung des Aufwindens auf eine Spuhle durch Kurbeln. Sein letzter Einwurf, man bekäme die Temperatur nicht sicher, ist allerdings richtig; allein wenn man die in dem Folgenden gezeigte Correction anbringt, so wird auch diese Ungewißheit unbedeutend und auf jedem Fall geringer, als beim Sixtthermometer, denn sie hängt wenigstens nicht vom Zufall ab, wie bei diesem.

Nur durch genaue Beschreibung aller einzelnen Vorsichtsmaafsregeln, die bei Construction unseres Bathome-

ters angewandt wurden, glauben wir uns berechtigt für die nun folgenden wirklichen Versuche auf vollkommenes Vertrauen Anspruch machen zu können, als seyen sie der wahre Ausspruch der Natur.

Bei der nun folgenden Reihe von Versuchen bemerken wir, daß wir aufser diesen Beobachtungen noch eine Reihe in unserem Tagebuche angeführt finden, die erste von Allen. Allein aus mehreren Gründen haben wir Ursache an ihrer Genauigkeit zu zweifeln, besonders weil uns die Manipulationen beim Herausziehen über Bord noch nicht recht geläufig waren. Wir mußten nämlich dabei eine Aenderung vornehmen, da die beiden Arme, die bei unserem Gestell die Rolle tragen, über die das Seil läuft, zu kurz waren, so daß das Seil nicht mehr am Bauch des Schiffes vorbeikam. Wir zogen es daher über eine Rolle des Raa's des Mittelmastes. Dieses hatte aber durch den weiten Abstand vom Bord manche Schwierigkeit beim Herausziehen, so daß wir diese erste Reihe nur als Probeversuch ansehen, und sie daher in der folgenden Tafel nicht anführen.

Zeit der Beobachtung.	Ort der Beobachtung.		Tiefe in Toisen.	Winkel des Seils mit der Verticale.	Angezeigte Temperatur.	Zeit d. Herausziehens.	Zeit des Hängens.
	Breite N.	Länge VV. v. Greenwich.					
10. Oct. 1823	7° 20'	21° 59'	0 500	0°	25°, 8 c. 5, 0	30'	15'
18. Mai 1824	21 14	196 1	0 979 649 399 139	25 10 0 10	26, 4 4, 6 4, 9 5, 1 16, 7	56 32 17 6	15 10 10 15
8. Febr. 1825	25 6	156 58	0 179	25	21, 5 14, 0	3	2
24. Aug. 1825	41 12	141 58	0 199 525	10 10 20	19, 2 5, 9 3, 4	10 25	15 15

Zeit der Beobachtung.	Ort der Beobachtung.		Tiefe in Toisen.	Winkel des Seils mit der Verticalen.	Angezeigte Temperatur.	Zeit d. Heraufziehens.	Zeit des Hängens.
	Breite N.	Länge VV v. Greenwich.					
31. Aug. 1825	32° 6'	136° 48'	0		21°, 45c.		
			89	10°	13, 54	4'	15'
			229	25	7, 06	8	15
			479	25	4, 75	15	15
			579	10	3, 56	19	15
6. März 1826	32 20	42 30	0		20, 86		
			969	5 10'	3, 92	50	15
24. März 1826	45 53	15 17	0		14, 64		
			192	0	10, 56	9	15
			383	0	10, 26	13	8

Nur der erste Versuch wurde mit dem Instrumente No. 1. angestellt, zu allen übrigen diente das No. 2.

In dieser Tafel ist Alles so gegeben, wie es sich unmittelbar durch die Anschauung bei dem Versuch erwies; nur in der sechsten Columnne sind die Temperaturen bereits nach einer Correctionsliste berichtigt. Diese Correctionsliste ist nach Vergleichung mit einem Thermometer für die übrigen verfertigt, dieses eine aber durch Abtrennung und allmähiges Fortrücken eines Quecksilbersäulchens berichtigt.

Die nächste Correction, welcher die obige Tafel bedarf, betrifft die Tiefen an und für sich, in wiefern dieselben durch die Reckung des Seils und den Winkel, den dasselbe beim Hängen in der beabsichtigten Tiefe mit der Verticalen machte, modificirt werden.

Was zunächst die Reckung betrifft, so muß sie nach voraus gegangenen Versuchen über diesen Gegenstand bestimmt werden.

Dabei müssen wir zuerst bemerken, daß wir während der Reise eine Veränderung mit dem Seil vornahmen. Als wir nämlich nach unserm ersten Versuche der obigen Tafel auf 500 Toisen den Bathometer auf 1000 Toisen hinabließen, trieb das Schiff nach der Seite hin,

wo das Instrument hing, so dafs in Kurzem das Seil unter dem Kiel desselben hinwegging; zugleich nöthigte ein herannahender ziemlich andauernder Wind zum schnellen Herausziehen, und so geschah es, dafs das Seil rifs, und wir also dieses Instrument einbüßten, dadurch gingen 1000 Toisen Strick zugleich mit verloren. Dabei sahen wir ein, dafs die ganze Reihe von Versuchen schwerlich in einer Windstille würde angestellt werden können, da dieselbe selten so anhaltend ist, dafs einem mehr Zeit als zu fünf Versuchen hinter einander bleibt, wenn man sie nicht absichtlich aufsucht; da aber bei unserer Reise der wissenschaftliche nicht der Hauptzweck war, so suchte Hr. v. Kotzebue denselben vielmehr so schnell als möglich zu entkommen. Wir nahmen daher auch noch das Uebrige des Strickes 1 und 2 ab, und machten die folgenden Versuche nur mit den 1000 Toisen des dicksten Stricks No. 3., mit dem Vorbehalt, wenn wir an einem Ort diese 1000 Toisen erreicht hätten, von dem zweiten mitgenommenen Seile die übrigen 2000 Tois. anzuknüpfen, und so weiter fortzufahren, wenn nämlich die Windstille es erlaubte; ein Fall, der während unserer Reise übrigens nie eintrat. So reichen unsere Versuche nur bis 1000 Toisen, und sie sind alle mit der dicksten Sorte des Stricks angestellt.

Die Versuche in Dorpat über die Reckung des Seils sind aber für alle drei Sorten gemacht, und der dritte Strick ist also für unsern wirklichen Versuch auf dem Meere mit zu grossem Gewicht beschwert, nämlich mit dem ganzen Gewicht der zwei dünnern Sorten des Seils No. 1. und 2. Wir müssen daher sehen, wie wir die wirklich stattgefundene Reckung aus den Dorpater Versuchen herleiten, zu welchem Ende wir sie zuerst hieher setzen. Jede neue Reckung bei denselben wurde nach einer halben Stunde gemessen.

3 Pariser Fufs des Stricks beschwert mit

103 Pf. $8\frac{7}{8}$ Unz. + 5 Pf. $1\frac{1}{8}$ Unz. recktensich um 3"

Differ. = 6"

103 - $8\frac{7}{8}$ - +15 - $3\frac{3}{8}$ - - - - 3" 6"

Differ. = 3"

103 - $8\frac{7}{8}$ - +25 - $5\frac{5}{8}$ - - - - 3" 9",5

Differ. = 3",5

103 - $8\frac{7}{8}$ - +35 - $7\frac{7}{8}$ - - - - 4" 0",5

Differ. = 3"

103 - $8\frac{7}{8}$ - +45 - $10\frac{1}{8}$ - - - - 4" 3",5

Differ. = 1"

103 - $8\frac{7}{8}$ - +40 - $10\frac{1}{8}$ - - - - 4" 4",5.

Diese Versuche sind so zu verstehen: 103 Pfund $8\frac{7}{8}$ Unzen sind das angehängte Gewicht, und nun ist die Reckung von 200 zu 200 Toisen betrachtet. Für die ersten 200 Toisen mußte daher zu dem Anhängengewicht noch das halbe Gewicht der 200 Toisen selbst kommen, denn das Seil trägt sich ja selbst auch, jedoch so, daß die obere Hälfte durch mehr als sein halbes Gewicht, die untere durch eben so viel weniger, das ganze Seil durch sein halbes Gewicht gereckt wird; man muß also zum Anhängengewicht noch das halbe Gewicht von 200 Tois. = 5 Pfund $1\frac{1}{8}$ Unz. hinzu addiren (natürlich ist hier immer vom Gewicht des Stricks im Wasser die Rede). Die zweiten 200 Toisen werden gereckt, erstlich durch das Anhängengewicht = 103 Pfund $8\frac{7}{8}$ Unzen, zweitens durch die ersten 200 Toisen, und drittens durch die Hälfte ihres eigenen Gewichts, also zusammen durch das Anhängengewicht und dreimal das halbe Gewicht von 200 Toisen, d. h. durch 103 Pfund $8\frac{7}{8}$ Unzen + 15 Pfund $3\frac{3}{8}$ Unz. So geht es immer fort, bis auf die letzte Anzahl von Toisen in obiger Tabelle; dort enthält das Seil nämlich nicht mehr 200 Toisen, sondern nur 120. Es wird daher gereckt durch das Anhängengewicht, durch das Gewicht von 1000 Toisen, und durch sein halbes Gewicht, d. h. durch 103 Pfund $8\frac{7}{8}$ Unzen + 45 Pfd $10\frac{1}{8}$ Unzen + 3 Pfd.

So sind die vor der Reise angestellten Versuche

Wir wollen sehen, wie wir für unsern Fall die Reckung ableiten. Betrachtet man die obige Tabelle von Versuchen und nimmt den ersten und letzten aus, so sieht man, daß die Reckung für jede neue 10 Pfund $2\frac{1}{4}$ Unzen gleich ist, so weit die Genauigkeit solcher Versuche überhaupt gehen kann. Beim letzten Versuche sind nur 3 Pfund hinzugekommen; wären es 10 Pfund $2\frac{1}{4}$ Unzen, so gäbe die Proportion die Reckung $=3,4$, also ebenfalls nicht abweichend; nur für die ersten 200 Toisen beträgt die Reckung fast das Doppelte. Betrachtet man dieß grofse Resultat als irgend ein Versehen der Beobachtung (was um so eher geschehen kann, da nach ganz ähnlichen Versuchen die übrigen zwei Stricksorten keinen solchen Sprung im ersten Glied der Reihe machen), vielleicht auch bei der ursprünglichen Abmessung der sechs Fufs, und nimmt das Mittel aus den vier letzten Unterschieden, der letzte ebenfalls auf 10 Pfund $2\frac{1}{4}$ Unzen gebracht, so findet man für die Zunahme des Gewichts von diesen 10 Pfund $2\frac{1}{4}$ Unzen eine mittlere Zunahme der Reckung $=3'',23$. Setzt man ferner, dieses Gesetz habe von Anfang an stattgefunden, um zu sehen, wie viel angehängtes Gewicht einer Reckung von $3''$ entspräche, so hat man die Proportion:

10 Pfund $2\frac{1}{4}$ Unzen oder $10,19 : 3'',23 = x : 36''$,
folglich:

$$x = \frac{366,84}{3,23} = 113,6 \text{ Pfund.}$$

Also 113,6 Pfund sind nöthig, um die Reckung von $3''$ hervorzubringen, statt daß die Beobachtung 108,8 Pfd. gab, ein für diese Art von Versuchen nicht bedeutender Fehler; denn um 108,8 als nöthiges Anhängengewicht zu haben, müfste die mittlere Reckung für 10,19 Pfund statt $3'',23$ seyn $3'',37$, also nur um $0'',14$ verschieden; ein Fehler, für den man bei der Abmessung der Reckung schwerlich bürgen kann.

Man kann also für diesen Strick No. 3. das Gesetz

als richtig annehmen, daß die Reckungen den angehängten Gewichten proportional sind, was an S'Gravesand's Gesetz über die Ausdehnung elastischer Saiten durch angehängte Gewichte erinnert (vergl. Biot, *Traité de phys. T. I. p. 479.*). Eine Bestätigung dieses Gesetzes für unser Seil findet sich in einem Versuche, der noch in Dorpat mit demselben angestellt wurde. Es bewirkte nämlich ein Gewicht von 177 Pfund eine Reckung von 4",8". Nach unserem Gesetze hat man durch die Reckung für 177 Pfund die Proportion:

$$108,78 : 177 = 36 : x,$$

also $x = 4'' 8''' 7$. Die Rechnung und Beobachtung sind also nur um 0"7 verschieden.

Die Berechnung der Reckung des Seils für unsere obige (S. 90.) Reihe von Versuchen wird also ganz einfach folgende seyn.

Als beständiges Gewicht muß man betrachten: 1) das Gewicht des Instruments im Wasser = 45 Pfund 9,5 Unzen; 2) müssen davon abgezogen werden 8 Pfund, durch welche das Seil beim Abmessen der Toisen gespannt war, denn diese 8 Pfund vom Gewicht des Instruments müssen dazu dienen, den Toisen ihre wirkliche Länge, die sie auf dem Maafsstabe hatten, wieder zu geben; 3) müssen hinzu addirt werden 19 Toisen eines dickeren Strickes, der ganz unten angebunden war, um, wenn das Instrument mit Wasser gefüllt aus der Oberfläche sich heraushebt, die gehörige Stärke des Seils zu haben, dieses Gewicht zu tragen; das Gewicht dieser 19 Tois. im Wasser ist 1 Pfd. Das ganze beständige Anhängengewicht ist also 38 Pfund $9\frac{1}{8}$ Unzen = 38,8 Pfund. Hiezu müssen immer noch die halben Gewichte des hinuntergelassenen Seils addirt werden, wie bereits oben erörtert worden. Dazu dient die Angabe, daß 1 Toise unseres Stricks im Wasser 0,05082 Pfund wiegt. Bei unserer Tafel von Versuchen müssen wir zuerst von den dort angegebenen Tiefen die 19 Toisen dicken Stricks abziehen, für die

die Reckung, als unbedeutend, vernachlässigt werden kann, und dann für die übrigen Toisen die Reckung berechnen. Nennt man diese bereits um 19 Toisen verringerte Länge des herabgelassenen Seils $=n$, und das ganze angehängte Gewicht, das halbe Gewicht des Seils mitgerechnet, $=N$, so hat man für 3 Fufs Länge die dem Gewichte N zugehörige Reckung nach der Proportion:

$$108,78 : N = 3 : x,$$

wonach die Reckung $x = \frac{3N}{108,78}$ in Zollen gegeben ist.

Für eine Toise ist also die Reckung $= \frac{6N}{108,78}$, folglich für n Toisen $= \frac{6nN}{108,78}$ Zoll oder $\frac{nN}{108,78 \times 12}$ Toisen; folglich die ganze Länge des hinuntergelassenen Seils $= n + 19 + \frac{nN}{108,78 \times 12}$. Alles in Toisen.

Es bleibt uns noch übrig, die Correction der Tiefen in Rücksicht auf den Winkel, den das Seil mit der Verticalen kurz vor dem Heraufziehen aus der grössten Tiefe macht, zu bestimmen; wir sagen kurz vor dem Heraufziehen, denn das Instrument ward alsdann nochmals etwas gehoben und wieder hinabgelassen, so dafs es sich noch ganz zuletzt mit neuem Wasser aus jener Tiefe füllte. Dieser Winkel konnte nur durch's Augenmaafs geschätzt werden, und man suchte dadurch so viel Genauigkeit als möglich zu erreichen, dafs er von mehreren Personen auf dem Schiffe geschätzt und aus allen Schätzungen das Mittel genommen wurde; übrigens waren dieselben nie um 5° verschieden, und man kann daher wohl annehmen, dafs das Mittel nicht mehr als höchstens $2^\circ \frac{1}{2}$ von der Wahrheit abweiche. Die Richtung des Seils im Wasser müssen wir als geradlinig ansehen, denn die krumme Linie, die es vielleicht bildet, läfst sich nicht berechnen, weil das Schiff nicht eine bestimmte progressive Bewegung hatte, sondern bald hieher, bald dorthin durch die

Wel-

Wellen schwankte, so dafs der Winkel bald zu-, bald wieder abnahm, und oft auf die entgegengesetzte Seite der Verticalen überging; die krumme Linie mufste also nothwendig sehr variabel seyn.

Nehmen wir also die Richtung des Seils als geradlinig an, so ist die Correction leicht; man mufs die herabgelassene Länge mit dem Cosinus des Winkels, den wir α nennen wollen, multipliciren; das giebt die wahre Tiefe in Toisen:

$$= \left(n + 19 + \frac{Nn}{108,78 \times 12} \right) \cos \alpha.$$

Um in der Genauigkeit so weit als möglich zu gehen, müssen wir noch auf einen Umstand Rücksicht nehmen, oder wenigstens zeigen, dafs der dadurch entstehende Fehler unbedeutend ist. Es ist nämlich die Frage: Wie tief mufs das Instrument sinken, um das in ihm enthaltene Wasser vollkommen zu erneuen? Die Antwort ergibt sich leicht durch die folgende Rechnung. Wir nennen den Halbmesser des innern hohlen Raums a , seine Höhe h , den untern Halbmesser der untern Klappe r , das Stück, um welches sie sich hebt m . Die Peripherie der untern Seite der untern Klappe ist $= 2r\pi$; der Flächeninhalt der geringsten Oeffnung, durch die das Wasser strömen mufs, also $2r\pi m$ seyn. Durch diese Oeffnung mufs der ganze Kubikinhalt des im Instrumente enthaltenen Wassers hindurchfliessen. Dieser Kubikinhalt ist $= a^2 \pi h$; es fragt sich nun, wie tief das Instrument sinken müsse, damit das durch $2r\pi m$ geströmte Wasser diesem Kubikinhalte gleich sey. Nennen wir diese Tiefe $= x$, so haben wir die Gleichung:

$$2r\pi m x = a^2 \pi h, \text{ also } x = \frac{a^2 h}{2rm}.$$

Für unser Instrument haben wir in englischen Zollen $a = 5",7$; $h = 16",48$; $r = 2",6$ und $m = 1",72$; folglich wird

$$x = \frac{32,49 \cdot 16,48}{5,2 \cdot 1,72} = 59",9.$$

Folglich, wenn wir den 0",1 für unbedeutend ansehen, muß unser Instrument 5 Fufs engl. = 4,7 Par. F. sinken, um das Wasser in sich vollkommen zu erneuen. Da nun die Höhe des Instruments, von der untern Klappe bis zum Bügel, bei der angezeigten Länge des Seils nicht mitgerechnet ist, und diese Höhe = 3' ist, so sinkt es schon um so viel tiefer, als die angezeigten Toisen; es fehlen also nur noch 1,7, um das Wasser im Instrument vollkommen zu erneuen, und um diese Tiefe müßte man es noch sinken lassen, eine für unsere Versuche gänzlich zu vernachlässigende Vorsicht, da die Unsicherheit durch die Wellen an der Meeresfläche, wodurch die letzte Marke bald über, bald unter dem Wasser steht, größer ist.

Wir gehen jetzt zu der wichtigsten aller Correctionen über, nämlich zu der für das allmähige Erwärmen des heraufgeholtten Wassers während des Durchgangs durch die oberen wärmeren Schichten. Dazu benutzen wir die in Biot *Traité de physique* (T. IV. p. 620.) angegebene Formel für die Erkältung oder Erwärmung der Körper in umgebenden Mitteln, die von niederer oder höherer Temperatur als die Körper selbst sind. Diese Formel hat folgenden Ausdruck:

$$\text{Log. } T = \text{Log. } T_0 - at \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (A)$$

T bezeichnet den Temperaturunterschied des Mittels und des sich erwärmenden oder erkältenden Körpers nach einer gewissen Zeit t , in der der Körper sich in dem Mittel befunden hat; T_0 bedeutet denselben Unterschied vor dem Versuche, und a einen von der Leitungsfähigkeit der Substanzen abhängigen Coëfficienten, der durch Versuche ausgemittelt werden muß. Bei Biot heißt er $\frac{M}{\alpha}$, wo M der Modul der gemeinen Logarithmen ist; allein da er durch Versuche bestimmt wird, so kann man ihn

mit Einem Buchstaben bezeichnen, wo dann die Division durch M bereits geschehen ist.

Da bei unseren Versuchen auf dem Meere der sich erwärmende Körper in dem erwärmenden Mittel nicht ruhig hängt, sondern mit einer größeren oder geringeren Geschwindigkeit in ihm fortbewegt wird, und da ein im Wasser bewegter Körper sich schneller erwärmt, als ein ruhender, so sieht man, daß der Coëfficient a mit der Geschwindigkeit des Heraufziehens variirt, oder eine Function dieser Geschwindigkeit c ist. Wir setzen daher den Coëfficienten a im Allgemeinen:

$$a = \alpha + bc + dc^2 + fc^3 + \dots$$

Begnügen wir uns mit der dritten Potenz von c , so gehören vier Versuche bei verschiedenen Geschwindigkeiten dazu, die Coëfficienten a , b , d und f zu bestimmen. Für $c = 0$ wird $a = \alpha$. Hat man also einen Versuch in stillem Wasser und bei ruhig hängendem Instrument gemacht, und hat den Coëfficienten aus der Formel (A) bestimmt, so ist dieser $= \alpha$. Man kann also α als bekannte Gröfse annehmen und braucht nur noch drei Versuche für verschiedene Geschwindigkeiten, um die drei übrigen Coëfficienten zu bestimmen. Nennt man die aus der Formel (A) gefundenen Coëfficienten a' , a'' , a''' und die entsprechenden Geschwindigkeiten c' , c'' , c''' , so hat man also:

$$a' = \alpha + bc' + dc'^2 + fc'^3$$

$$a'' = \alpha + bc'' + dc''^2 + fc''^3$$

$$a''' = \alpha + bc''' + dc'''^2 + fc'''^3.$$

Zuerst mußte nun α bestimmt werden. Zu diesem Behufe wurden zwei Versuche im Teiche des ersten Landkadettencorps angestellt. Es wurde im Winter ein Loch von etwa 3 Fuß im Quadrat in Eis gehauen; das dadurch befreite Wasser zeigte in der Tiefe, in welcher das Instrument hing, etwa $1\frac{1}{2}$ Fuß unter der Oberfläche, $0^{\circ},7$. In dieses Wasser ward nun das mit wärmerem Wasser gefüllte Instrument hineingesenkt, und nach einer genau beobachteten Zeit wieder herausgezogen.

Die Resultate waren folgende: das Instrument ward
 gefüllt mit Wasser von $9^{\circ},4$ um $11^h 23' \frac{1}{4}$ } Temp.d. äußeren
 herausgezogen - - $8,1$ - $12 14 \frac{1}{4}$ } Wassers $= +0,7$
 also die Erkältung $= 1^{\circ},3$ in $0^h 51'$.

Wir haben also in unserer allgemeinen Formel (A)
 $T_0 = 8,7$; $T = 7,4$; $t = 51$, folglich den Coëfficienten
 $\alpha = 0,001378$.

Das Instrument ward
 gefüllt mit Wasser v. $17^{\circ},05$ um $12^h 45'$ } Temp.d. äußeren
 herausgezogen - - $13,8$ - $1 36$ } Wass. $= +0^{\circ},7$
 also die Erkältung $= 3^{\circ},25$ in $0^h 51'$.

Hier ist $T_0 = 16,35$; $T = 13,1$; $t = 51$, folglich α
 $= 0,001861$. Nimmt man das Mittel aus beiden Coëfficienten,
 so hat man also das bekannte $\alpha = 0,001623$ (S. 99.).

Da wir für die noch übrigen Versuche die bedeutende Tiefe nicht haben konnten, wie bei denen auf offenem Meere, so wurden sie so abgeändert, daß das Instrument ruhig hing im Wasser, das mit verschiedener Geschwindigkeit vorbeifloß, und zwar hing es liegend mit dem oberen Ende gegen den Strom, so daß derselbe es von oben nach unten umfloß, ganz wie in dem Meere beim Heraufziehen. Es ist offenbar dasselbe, ob das Wasser ruht und das Instrument sich bewegt, oder umgekehrt, ob jenes stille steht, und das Instrument mit derselben Geschwindigkeit darin fortbewegt wird. Die Hauptsache, worauf es ankommt, ist die schnellere oder langsamere Abwechslung der durch Berührung des Instruments schon erwärmten Schichten mit frischen, noch nicht erwärmten, und diese Abwechslung ist in beiden Fällen dieselbe. Da ferner das Flußwasser ohnehin eine niedrige Temperatur hat, so war es schwer, ja unmöglich, das Instrument mit bedeutend kälterem Wasser zu füllen; wir ließen daher wärmeres Wasser im Instrument sich im kälteren Fluß erkälten, statt daß es sich beim Heraufzie-

hen im Meere erwärmt; das Resultat muß ja in beiden Fällen dasselbe seyn.

Um die erforderlichen Unterschiede in der Geschwindigkeit zu erlangen, wurden die Versuche in der Mitte der Newa, näher zum Ufer, und endlich der dritte im Winter in einem in Eis gehauenen Kanal angestellt. Bei dem letzteren ward der Strom noch durch Adhäsion am Eise bedeutend geschwächt. Zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Stroms diente ein aus Tannenholz verfertigter vierseitiger Schwimmer, 2" im Quadrat breit und 2' 10" lang und unten mit Blei beschwert, so daß er senkrecht im Wasser schwamm und 5",5 über dasselbe hervorragte. Der beim Schwimmer untergetauchte Theil war also 2' 4",5 lang, und man bekommt, wenn man den Stab mit dem Strome hinabgehen läßt, und die Zeit beobachtet, die er auf eine bestimmte Strecke braucht, die mittlere Geschwindigkeit des Stroms von 2' 4",5 Tiefe. In der Mitte dieses Stroms, also bei 1' 2",25 unter der Oberfläche, lag nun bei den Versuchen die Axe des Instruments. Bei den Versuchen auf dem Eise hing das Instrument in seiner liegenden Stellung an zwei quer über den Kanal gelegten Stangen; in der offenen Newa aber ragten diese Stangen an der Seite eines großen Boots etwa einem Faden über den Bord hinaus, und der Bathometer hing an dem äußersten Ende desselben. Das Boot selbst ward bei der beabsichtigten Entfernung vom Ufer vor Anker gelegt, und die vom Schwimmer durchlaufene Strecke an einer Schnur abgemessen, die durch kleine an derselben befestigte Hölzchen schwimmend erhalten und vom Strom in gerader Richtung herunter getrieben wurde. Am unteren Ende ward ein zweites kleineres Boot an der Schnur befestigt, um dieselbe besser anzuziehen, und dort stand ein zweiter Beobachter. Die Schnur ward zwischen zwei Zeichen abgemessen; der Beobachter im oberen Boote beobachtet die Zeit, wenn der Schwimmer am ersten, der im unteren Boote, wenn er

am zweiten Zeichen ankam, und daraus ergab sich die Geschwindigkeit. Auf dem Eise geschah die Bestimmung der durchlaufenen Strecke unmittelbar am Rande des Kanals mit der Meßkette. Die unten bei Aufzählung der Versuche angegebene Geschwindigkeit ist immer das Mittel aus 5 bis 8 Versuchen. Leider war der Strom der Newa selbst in der Mitte nur um ein Unbedeutendes stärker als 2' in der Secunde, und wir mußten uns hiermit als dem Maximum begnügen.

Aus diesen Versuchen, die übrigens auf gleiche Weise wie die schon erwähnten angestellt wurden (das Original enthält die Details von sechs solchen Versuchen *P.*), ergab sich der Coëfficient, der, für stilles Wasser, = 0,001623 ist, für einen Strom

von 0,268 Geschwindigkeit in $1' = 0,002819$

- 1,245 - - = 0,003790

- 2,004 - - = 0,003807

Hiedurch erhalten die Coëfficienten der Formel: $a = a + bc + ac^2 + fc^3$ folgende Werthe: $a = +0,001623$; $b = +0,0055803$; $d = -0,0044675$; $f = +0,001111$, und jene Formel wird also:

$$a = 0,001623 + 0,0055803 \cdot c - 0,0044675 \cdot c^2 + 0,001111 \cdot c^3$$

Diese Formel gilt aber nur zwischen 0 und 2 Fufs Geschwindigkeit; wir konnten auf der Newa keine größere Geschwindigkeit aufreiben. Bei unseren Versuchen auf dem Meere war aber die Geschwindigkeit des Herausziehens immer über 2 Fufs und meist auch über 3 Fufs. Für 3 Fufs gäbe unsere Formel $a = 0,008154$, welches offenbar zu viel ist. Wir können also diese Formel bei unseren Versuchen nicht brauchen.

Zum Glück ergibt sich aber schon aus den gefundenen Werthen der Coëfficienten, dafs wir eine solche Formel zur Berechnung unserer Versuche nicht nöthig haben, denn wir sehen aus diesen, dafs der Unterschied der Coëfficienten von 1,245 und 2,004 Geschwindigkeit so unbedeutend ist (nur 0,000017), dafs man ihn mit

vollem Rechte für einen Fehler der Beobachtung ansehen kann. Es entspricht nämlich dieser Unterschied einem Unterschiede der Erkältung von $0^{\circ},01$, einer an unserem Thermometer unschätzbaren Gröfse. Da nun aber der Coëfficient von 1',240 bis 2',004 Geschwindigkeit gar nicht oder wenigstens für uns um eine unbestimmbare kleine Gröfse variirt, so wird dieses um so mehr von 2' bis 3' und 3' bis 4' Geschwindigkeit stattfinden, und wir haben also den Satz durch die Erfahrung gefunden, dafs der Coëfficient α unserer allgemeinen Formel (A) für alle Geschwindigkeiten des Stroms über 1,245 als gleich anzusehen ist. Da nun bei unseren Versuchen auf dem Meere die Geschwindigkeit des Heraufziehens immer mehr als 4' in der Secunde betrug, so ist unser Coëfficient, als Function der Geschwindigkeit betrachtet, immer derselbe.

Es bleibt uns noch übrig, unsere Formel (A) in Rücksicht auf die Zeit t zu prüfen. Zu dem Ende ward wiederum in der Newa das Instrument mit heifserem Wasser gefüllt und bei ungefähr gleichem anfänglichen Temperaturunterschiede T_0 verschiedene Zeiten lang in dem erkältenden Strome gelassen. So ergaben sich folgende Resultate, bei einer Temperatur des äufseren Wassers $= 11^{\circ},3$.

Für die Dauer war	T_0	und	T	also	α
von 10'	13,29	-	11,89	-	0,004834
- 20	13,45	-	11,00	-	0,004366
- 30	13,4	-	10,15	-	0,004021
- 40	12,76	-	8,96	-	0,003838
- 50	13,43	-	8,63	-	0,003841
- 60	13,28	-	7,83	-	0,003824.

Hieraus ersieht man, dafs der Coëfficient α sich allerdings mit der Zeit des Erwärmens ändert, und dafs daher unsere Formel $\text{Log. } T_0 = \text{Log. } T - \alpha t$ nicht ohne Weiteres bei der Correction unserer Versuche anwendbar ist. Da α mit t variirt, also eine Function von t ist, so versuchten wir zuerst, statt α die Formel $\alpha + bt$ zu

setzen; wir fanden alsdann nach der Methode der kleinsten Quadrate bei Bestimmung der Coëfficienten a und b
 $a = 0,004775 - 0,0000168 t$.

Da diese Formel indess noch zu große Abweichungen der Rechnung und Beobachtung zu geben schien, so versuchten wir $a = \alpha + bt + ct^2$ zu setzen, und fanden wieder mit Anwendung der Methode der kleinsten Quadrat-Summen:

$$a = 0,0033667 + 0,000088159 t = 0,000001538 t^2.$$

Die Summe der Quadrate der Fehler ist hier aber noch um vieles größer, als bei der Formel $a = \alpha + bt$; wir können also nach der Formel $a = \alpha + bt + ct^2$ das Gesetz der Abnahme der Coëfficienten für die Zunahme der Zeiten nicht genau finden.

Wie dieses Gesetz auch seyn möge, so werden wir doch um etwas sehr Unbedeutendes fehlen, wenn wir zwischen jeden 10° die einzelnen Grade nach der Formel $a = \alpha + bt$ interpoliren, indem wir die Coëfficienten x und b für die jedesmaligen zwischenliegenden Grade bestimmen, z. B. für die zwischen 10° und 20° aus den Beobachtungen bei 10° und 20° , für die zwischen 20° und 30° und denen bei 20° und 30° . Mit Uebergehung der Beobachtung bei $50'$, die wahrscheinlich einen kleinen Fehler einschließt, haben wir auf diese Weise als Interpolationsformel:

zwischen 0 und 20 Minut. $a = 0,005302 - 0,0000468 . t$

- 20 - 30 - $a = 0,005056 - 0,0000345 . t$

- 30 - 40 - $a = 0,004570 - 0,0000183 . t$

- 40 - 60 - $a = 0,003866 - 0,0000007 . t$

und aus diesen Formeln berechneten wir eine Tafel, die von 1° bis 60° für jeden einzelnen Grad das zugehörige a enthielt.

Bei unseren Versuchen auf dem Meere ward das Instrument nicht immer in gleichmäßiger Temperatur fortbewegt, sondern es durchlief allmähig alle Temperaturen von unten bis oben. So lange wir das Gesetz der Ab-

nahme der Temperaturen des Meeres mit der Zunahme der Tiefen nicht kennen, nehmen wir für jede Reihe von Beobachtungen diese Abnahme innerhalb jeder Station in arithmetischer Progression an, und betrachten die Sache so, als habe sich das Instrument während der Zeit des Heraufziehens in der mittleren Temperatur bewegt. Nennt man nun x den Temperaturunterschied zwischen oben und in der Mitte der Station, τ aber die Temperatur, wie sie in dem Instrumente ist, wenn es oben bei der Station ankommt, ϑ die Temperatur des Meeres dort oben, so hat man die mittlere Temperatur der Station $= \vartheta - x$ und den Temperaturunterschied nach der Erwärmung zwischen dem Wasser des Instruments und dem, in welchem es sich erwärmt $= \vartheta - x - \tau$, folglich nach unserer allgemeinen Gleichung (A):

$$\text{Log.}(\vartheta - x - \tau) = \text{Log.} x - at$$

und hieraus ergibt:

$$x = \frac{10^{at}(\vartheta - \tau)}{1 + 10^{at}},$$

wo a aus der erwähnten Correctionstabelle entlehnt wird *).

Nach Anbringung aller dieser Correctionen werden nun die Resultate der auf S. 90. mitgetheilten Tafel, nach den geographischen Breiten geordnet, folgende:

*) Diese Tafel und ein ausführliches Beispiel der Anwendung der Correctionsformel sind hier der Raumersparung wegen fortgeblieben.

N. Breite.	VV. Länge v. Greenwich.	Tiefe in Toisen.	Corrigirte Temperatur.	Bemerkungen.
7° 20'	21° 59'	0	25,80	Oct. 1823
		539	2,20	Atlant. Ocean
21 14	196 1	0	26,40	Mai 1824
		140,7	16,36	Südsee
		413,0	3,18	
		665,1	2,92	
		914,9	2,44	
25 6	156 58	0	21,50	Febr. 1825
		167	14,00	Südsee
32 6	136 48	0	21,45	August 1825
		89,8	13,35	Südsee
		214,0	6,51	
		450,2	3,75	
		592,6	2,21	
32 20	42 30	0	20,86	Mai 1826 *)
		1014,8	2,24	Atlant. Ocean
41 12	141 58	0	19,2	August 1825
		205,0	5,16	Südsee
		512,1	2,14	
45 53	15 17	0	14,64	Mai 1826
		197,7	10,36	Atlant. Ocean
		396,4	9,95	

*) Für die Beobachtung bei 32° 20' N.B. auf 1014,8 T. wäre offenbar, wenn die Correction auf die frühere Art angestellt und die mittlere Temperatur zwischen oben und unten als Temperatur des erwärmenden Mittels angesehen würde, eine zu große Correction gefunden worden, wie wir aus den früheren Beobachtungen, die aus mehreren Stationen bestanden, ersehen können. Wir stellten daher die Correction auf die Weise an, daß wir bei den Beobachtungen von 21° 14' Br. die letzte herausnahmen, und nach unserer allgemeinen Formel (S. 98.) berechneten, wie viel Zeit erfordert werde zu der gefundenen Ergänzung 2,16, wenn man diese, als in der mittleren Temperatur von oben und unten geschehen, betrachtet. Auf diese Weise ergab sich uns sogleich das Glied in jener Formel $at=0,08707$, und wir hatten daher für gegenwärtigen Fall:

$$x = \frac{10^{0,08707} \cdot 16,94}{1 + 10^{0,08707}} = 9,31,$$

folglich den Unterschied von oben und unten 10,62; und die

Aus dieser Tafel lassen sich nun folgende Schlüsse ziehen:

1) Die Temperatur des Weltmeers nimmt, von 45° N. bis zum Aequator, bis auf 1000 Toisen beständig ab. Tiefen von mehr als 1000 Toisen sind noch nicht untersucht.

2) Die Abnahme der Temperatur geschieht anfangs schleunig, wird immer langsamer und zuletzt fast unmerklich.

3) Der Punkt, wo die Abnahme unmerklich zu werden anfängt, scheint mit der gröfseren Breite höher heraufzurücken. Bei 41° und 32° Breite liegt er zwischen 200 und 300 Toisen, bei 21° bei 400 Toisen. Bei 45° und 53° scheint unsere Beobachtung zwar eine sehr geringe Abnahme anzugeben, die Temperatur ist noch 10° bei 400 Toisen; allein vielleicht ist diese Beobachtung durch die Nähe des Landes modificirt, da sie im atlantischen Ocean nur 15° W. von Greenwich, also ziemlich nahe an der europäischen Küste, geschah, während die übrigen in offner Südsee, fern von allem Festlande, stattfanden. Aber auch bei der geringen Temperaturabnahme bemerkt man doch deutlich den Punkt des Unmerklich-werdens derselben bei 200 Toisen.

wahre Temperatur unter $=20,86 - 18,62 = 2,24$. Auf diese Art glauben wir in der Correction der Wahrheit ziemlich nahe gekommen zu seyn.

[Vielleicht liefse sich die Correction für die Erwärmung auch direct mit dem Bathometer finden. Würde nämlich das Instrument, nachdem man es heraufgezogen und die Temperatur des darin enthaltenen Wassers aufgezeichnet hat, unmittelbar wieder bis zur vorigen Tiefe hinabgelassen und dann abermals zur Oberfläche gebracht, versteht sich wohl verschlossen und mit derselben Geschwindigkeit, mit der man es beim ersten Male heraufzog, so könnte die Differenz zwischen den Temperaturen, die das Wasser nach dem ersten und zweiten Heraufziehen besäße, wohl nur wenig vom Doppelten der Wärmecorrection abweichen. Freilich würde die Zeit des Versuchs dadurch verdoppelt werden, auch an dem Bathometer Einiges abzuändern seyn. (P.)]

4) Die niedrigste Temperatur, die wir in der Tiefe fanden, war $2^{\circ},2$ C., und von dieser Temperatur sind ungefähr alle Tiefen, wo die Abnahme unmerklich zu werden anfängt. Diese Temperatur rückt also nach Obigem mit höherer Breite immer mehr herauf, und es wäre interessant zu beobachten, in welcher Breite dieselbe die Oberfläche erreicht.

Das Gesetz der Abnahme der Temperatur oder die Formel für die Curve läßt sich aus unsern wenigen Beobachtungen nicht bestimmen. Eine solche Bestimmung erfordert eine Expedition, die mit Fleiß die Gegenden besucht, wo Windstillen vorherrschend sind, und sie nicht eher verläßt, als bis die Temperatur des Wassers daselbst wenigstens von 100 zu 100 Toisen genau bestimmt ist.

Ueber den Salzgehalt des Weltmeers in verschiednen Tiefen.

Die Art der Beobachtung des specifischen Gewichts, so wie das Verfahren, um alle gefundenen specifischen Gewichte auf 14° R. $= 17^{\circ},5$ C. zu reduciren, findet man in dem folgenden Abschnitt. Hier erwähnen wir nur, daß wir uns des Instruments No. 1. bedienten, außer bei einer Beobachtung im atlantischen Ocean bei $45^{\circ} 53'$ N.B, wo No. 2. angewandt ward. Die Berechnungen geschahen ganz wie in dem genannten Abschnitt. Als Resultat ergab sich folgende Tafel:

No. des Vers.	N. Breite	W. Länge von Green- wich.	Specifi- sches Gewicht.	Differenz im spe- cifischen Gewicht zwischen dem un- tern und obern Wasser.	Tiefe des untersuchten Wassers.
1.	7° 20'	21° 59'	1,02574		0
			1,02644	—0,00070	539
2.	21 14	196 1	1,02701		0
			1,02666	+0,00035	665,1
			1,02659	+0,00042	929,4
3.	25 6	156 58	1,02706		0
			1,02674	+0,00032	167
4.	41 12	141 58	1,02562		0
			1,02609	—0,00047	205
			1,02658	—0,00096	512,1
5.	32 6	136 48	1,02678		0
			1,02624	+0,00054	214
			1,02651	+0,00027	450,2
			1,02629	+0,00049	592,6
6.	32 20	42 30	1,02825		0
			1,02714	+0,00011	1014,7
7.	45 53	15 17	1,02738		0
			1,02732	+0,00006	396,4

Aus dieser Tafel ersehen wir, dafs bei No. 1. und No. 4. das specifische Gewicht des Meerwassers in der Tiefe ein wenig gröfser ist als an der Oberfläche, dafs aber bei No. 2., 3. und 5. das Umgekehrte stattfindet. Bei No. 7. ist das specifische Gewicht der Oberfläche so wenig von dem in der Tiefe verschieden, dafs beide mit vollkommenem Rechte als gleich angesehen werden können. Für die beiden ersten Fälle läfst sich vielleicht annehmen, dafs eine an diesem Tage stärkere Ausdünstung diese kleine Vergröfserung des specifischen Gewichts an der Oberfläche bewirkt habe, so wie vielleicht starke Regen die kleine Verringerung bei 2., 3. und 5. Merkwürdig ist es wenigstens, dafs die specifischen Gewichte in den verschiedenen Tiefen aufser der Oberfläche an einem und demselben Orte fast vollkommen übereinstimmend sind; hier, wo die eben erwähnten Störungen in

dem Gleichbleiben des specifischen Gewichts wegfallen, ist auch dieses immer dasselbe. Nur No. 6. macht eine auffallende Ausnahme, indem dort das specifische Gewicht bei 1000 Toisen Tiefe bedeutend geringer ist, als an der Oberfläche. Ein Fehler der Beobachtung ist hier um so weniger anzunehmen, als das specifische Gewicht der Tiefe aus drei verschiedenen, nach der Correction vollkommen übereinstimmenden Abwägungen desselben Wassers bei drei Temperaturen bestimmt ist, und das specifische Gewicht der Oberfläche mit dem der vorhergehenden und folgenden Tage sehr gut harmonirt. Ob die Unregelmäßigkeit vielleicht von dem in der Tiefe vom Pol zum Aequator strömenden kälteren und weniger salzigen Wasser herrühre, mögen erst mehrere über diesen Gegenstand angestellte Versuche entscheiden. Lassen wir diesen einen Fall über 1000 Toisen weg, so folgt aus unseren Versuchen der Satz: *das Weltmeer hat, vom Aequator bis zu 45° Breite, in allen Tiefen bis auf 1000 Toisen einen und denselben Salzgehalt.*

Ueber den Salzgehalt des Weltmeers an der Oberfläche.

Zur Bestimmung des verschiedenen Salzgehalts des Meeres nach Verschiedenheit der Breiten bietet sich auf Seereisen das Aräometer als das bequemste Mittel dar. Obgleich man dadurch nicht unmittelbar den Salzgehalt angegeben findet, sondern nur das durch denselben bedingte specifische Gewicht, so ist dieses doch für die Theorie der Erde gleichgültig, da es hier nur auf Verhältnisse ankommt. Es fragt sich nur, ob geringe Unterschiede im Salzgehalte noch bedeutende Aenderungen des specifischen Gewichts hervorbringen.

Zur Beantwortung dieser Frage heben wir eine Tafel aus Gilbert's Annalen (Bd. 63. S. 204.) heraus, welche die Resultate Gay-Lussac's enthält, die er bei Abdampfung verschiedener Proben Seewassers im Vergleich mit ihren specifischem Gewichte, bei ein und der-

selben Temperatur von 8° C., fand. Wir haben die Beobachtungen nach dem wachsenden specifischen Gewichte geordnet.

Seewasser vom	enthält an
specifisch. Gewicht	Procent. Salz
=1,0272	=3,48
=1,0275	=3,57
=1,0278	=3,77
=1,0278	=3,48
=1,0283	=3,67
=1,0284	=3,57
=1,0286	=3,70
=1,0288	=3,75
=1,0289	=3,68
=1,0290	=3,67
=1,0291	=3,71
=1,0293	=3,61
=1,0294	=3,63
=1,0294	=3,76
=1,0297	=3,75

Bei näherer Betrachtung dieser Tafel fallen uns sogleich merkliche Unregelmäßigkeiten auf, indem die Salzgehalte keinesweges eine stetig wachsende Reihe bilden. So z. B. giebt die dritte Beobachtung das Maximum des Salzgehalts, obgleich das specifische Gewicht geringer ist, als bei den zwölf folgenden Beobachtungen u. s. w. Zwar sind die verschiedenen Proben vom Wasser unter ganz verschiedenen Breiten geschöpft; allein das kann offenbar auf das Verhältniß des specifischen Gewichts zum Salzgehalt keinen Einfluß haben, denn die Verhältnisse der verschiedenen einzelnen Salze des Meerwassers zu einander sind in allen Breiten dieselben, und nur das Verhältniß aller zusammen zum Wasser, in dem sie gelöst sind, variirt mit der geographischen Lage des Orts (vergl. Gilb. Annal. Bd. 63. S. 130.).

Es muß also entweder die Bestimmung des specifi-

schen Gewichts oder des Rückstandes beim Verdampfen unzuverlässig seyn, und hier werden wir wohl mit vollem Rechte die Unzuverlässigkeit dem letzteren Verfahren zuschreiben können. Bei vollkommener Ruhe beim Beobachten, wie im Laboratorium, und von Physikern, wie die HH. Gay-Lussac und Despretz, welche die Bestimmung des specifischen Gewichts durch Abwägung einer und derselben Flasche mit den verschiedene Proben von Seewasser bei 8° C. vornahmen, ist bei dieser durchaus kein Fehler zu begreifen; dagegen kann er leicht durch gröfsere oder geringere Hitze beim Trocknen des Rückstandes verursacht werden. Man sieht also, dafs die Bestimmung des specifischen Gewichts zur Ausmittlung des relativen Salzgehalts des Seewassers verschiedener Breiten den Vorzug verdient vor der Bestimmung des Rückstandes beim Verdampfen, um so mehr auf Seereisen, wo die genaue Abwägung auf der Wage unmöglich wird. Um aber doch ungefähr das Verhältnifs des specifischen Gewichts zum Salzgehalt zu haben, nehmen wir mit Gay-Lussac das Mittel aus obiger Tabelle, und haben bei 8° C. für spec. Gew. = 1,0286 ein Salzgeb. = 3,65 Proc.

- 14° R.	- - -	= 1,0266	- - -	= 3,65	-
----------	-------	----------	-------	--------	---

Letztere ist die Temperatur, auf die wir unsere Beobachtungen reducirt haben, wie wir sogleich sehen werden.

Wir hatten zwei Aräometer zu unserer Verfügung; beide waren Aräometer mit Gewichten, das erste, No. 1., war in Dorpat, das andere, No. 2., in London verfertigt.

Ersteres war von englischem Blech, und wog im luftleeren Raum mit einem constanten Auflegegewicht von 2898 Gr. zusammen = 9778 Gr. med. Gew. Mit diesem constanten Auflegegewicht sank es in destillirtem Wasser von 14° R. bis zu dem auf seinem dünnen Halse verzeichneten Strich. Eine Zulage von 0,1 Gr. gab, bei geringem Schaukeln des Schiffs, einen noch sehr sicher zu beobachtenden Ausschlag; bei stärkerem Schaukeln konnten aber nur 0,5 Gr. mit Sicherheit beobachtet werden, da-

daher geht die Genauigkeit auch dann noch nicht bis auf 0,00005 bei Bestimmung des specifischen Gewichts. Nennt man die Zulage zum constanten Auflegegewicht n , so hat man das specifische Gewicht für die Temperatur, bei der man beobachtet, $= \frac{9778+n}{9778}$. Dieses Instrument, No. 1,

wurde, weil es genauer war als das zweite, in der Regel von uns gebraucht, bis es im letzten Jahre unserer Reise dadurch unbrauchbar ward, daß es unten, wo die Schale angelöthet ist, am hohlen Körper eine Oeffnung bekam, die das Wasser in diesen eindringen liefs. Von dort ist also immer an dem Instrumente No. 2. beobachtet worden. Auch bei sehr starkem Schaukeln war es unmöglich an No. 1. zu beobachten, und wir mußten zu No. 2. unsere Zuflucht nehmen.

Dieses zweite Instrument war von Atkins in London aus Messing verfertigt, wog 700 Gran und sank mit 300 Gran Auflage gleichfalls bei 14° R. in destillirtem Wasser bis zum Zeichen. Heißt daher n die Zulage zu 300 Gran, so haben wir für die Temperatur des Versuchs das specifische Gewicht $= \frac{1000+n}{1000}$.

Für die Ausdehnung des Blechs und Messings ward bei beiden Instrumenten das specifische Gewicht sogleich corrigirt, indem wir die kubische Ausdehnung des ersten nach Lavoisier und Laplace $= 0,000045$, die des Messings aber $= 0,00007098$ für jeden Grad Reaumur setzten. Letztere Angabe ist von Le Roy, und wir wählten sie, weil sie ungefähr in der Mitte von den zahlreichen Angaben steht, die wir darüber haben (vergl. Gehler's neues phys. Wörterb., Artikel: Ausdehnung).

Um aber das specifische Gewicht des Meerwassers mit der Genauigkeit bestimmen zu können, die der jetzige Zustand der Naturwissenschaft erfordert, war vor Allem nöthig die Ausdehnung desselben für die einzelnen Grade des Thermometers genau zu kennen. Diejenigen, die vor

uns Beobachtungen über diesen Gegenstand anstellten, begnügten sich unseres Wissens damit, die Ausdehnung für alle Grade des Thermometers gleichförmig anzunehmen. Sie erwärmten eine Portion Meerwasser auf einen gewissen Grad, bestimmten die erforderliche Auflage des Aräometers, ließen das Wasser erkalten und bestimmten wiederum die Auflage. Aus dem Unterschiede der beiden Auflagen ersahen sie die für den angewandten Temperaturunterschied erforderliche Zulage. Dividirten sie diese mit der Anzahl von Graden, so hatten sie die Veränderung für jeden Grad.

Allein daß diese Methode unvollkommen sey, ist leicht vorauszusehen, da wir die Anomalien des destillirten Wassers bei der Ausdehnung durch die Wärme kennen. In einer in Poggendorff's Annalen der Physik (1828, St. 3.) eingerückten Abhandlung bestimmte Dr. Erman jun. die Zusammensetzung des Salzwassers von 1,027 specifischen Gewichts von $+12^{\circ}$ R. bis -3° herab, und bewies, daß dasselbe kein Maximum der Dichtigkeit vor dem Frieren habe, wie das gemeine Wasser. An diese Beobachtungen von ihm knüpften wir eine ähnliche Reihe höher hinauf bis 24° R.; daher haben wir, mit seinen Beobachtungen verbunden, eine Reihe von -3° bis $+24^{\circ}$ R., wo alle Bestimmungen im Weltmeere eingeschlossen sind, denn höher pflegt die Temperatur des Meeres nicht zu gehen.

Wir wählten, wie Dr. Erman, zu unserer Untersuchung Wasser vom specifischen Gewicht $=1,027$, weil dieß ungefähr das mittlere des Meerwassers ist. Um uns aber zu überzeugen, daß sich die Ausdehnung durch die Wärme mit Aenderung des specifischen Gewichts nicht bedeutend ändere, stellten wir vorläufig zwei Reihen von Versuchen an über die Ausdehnung zweier Wasserportionen von 1,02 und 1,03 specifischen Gewichts, zwischen welchen Gränzen alle Bestimmungen, die wir im offenen Meere erhielten, eingeschlossen sind. Daraus ergab sich folgende Tabelle:

Tempera- tur C°.	Wasser vom spec. Gewicht =1,02.		Wasser vom spec. Gewichte =1,03.	
	Spec. Gewichte. (Differ. *)		Spec. Gewichte. Differenzen.	
10°	1,020675		1,031450	
11	1,020550	125	1,031280	170
12	1,020450	100	1,031110	170
13	1,020300	150	1,030950	160
14	1,020200	100	1,030775	175
15	1,020050	150	1,030600	175
16	1,019825	225	1,030450	150
17	1,019625	200	1,030200	250
18	1,019450	175	1,030000	200
19	1,019300	150	1,029770	230
20	1,019075	225	1,029570	200
21	1,018925	150	1,029370	200
22	1,018675	250	1,029120	250
23	1,018475	200	1,028820	300
24	1,018175	300	1,028620	200
25	1,017900	275	1,028370	250
26	1,017675	225	1,028070	300
27	1,017425	250	1,027970	100
28	1,017075	350	1,027420	550

Fasst man die Beobachtungen von 5° zusammen, und nimmt das Mittel aus ihnen, aber zur größeren Genauigkeit so, daß man, um z. B. das Mittel von 20 bis 25 zu haben, die Mittel aus 20—25 und 19—24, 21—26, und hieraus wieder das Mittel nimmt, so hat man aus der Kolonne der Differenzen folgende Zusammenstellung:

Correct. f. 1° C. zwisch. 10°—15° f. d. Misch. 1,02=0,000128

- - - - 15 —20 - - - =0,000187

- - - - 20 —25 - - - =0,000239

- - - - 25 —28 - - - =0,000262

Correct. f. 1° C. zwisch. 10°—15° f. d. Misch. 1,03=0,000167

- - - - 15 —20 - - - =0,000217

- - - - 20 —25 - - - =0,000243

- - - - 25 —28 - - - =0,000262

und folglich die Differenzen zwischen beiden Mischungen von

*) Mit Fortlassung der Nullen.

$$10^{\circ} - 15^{\circ} = 0,000039$$

$$15 - 20 = 0,000030$$

$$20 - 25 = 0,000004$$

$$25 - 28 = 0,000000.$$

Man sieht, daß die Unterschiede der Ausdehnung beider Mischungen unbedeutend sind, ja für Temperaturen über 20° ganz verschwinden, denn der Unterschied in der sechsten Stelle ist zu vernachlässigen. Da aber das specifische Gewicht, wenigstens bei unseren Beobachtungen, selten unter 1,024 sank und sich nie über 1,029 erhob, so werden die Differenzen mit der Mischung $= 1,027$, mit der die folgende Versuchsreihe gemacht ist, noch um Vieles geringer ausfallen.

Es kam also darauf an, für das specifische Gewicht $= 1,027$ die Aenderung desselben mit jedem Grade der Temperatur zu bestimmen, und dazu wurde die folgende Reihe von Versuchen mit einer Mischung von Kochsalz und Wasser von diesem specifischen Gewicht mit aller möglichen Sorgfalt angestellt. Die Grade sind nach Reaumur's Skale angegeben, und das Thermometer wurde vorher gehörig berichtigt. Die Angaben sind bereits für die Ausdehnung des Messings des Aräometers auf gleiches Volumen reducirt, indem wir nach Le Roy die kubische Ausdehnung des Messings für jeden Grad Reaumur $= 0,00007098$ setzten.

Thermometer.	Gewicht eines gleichen Volumens Wasser.	Thermometer.	Gewicht eines gleichen Volumens Wasser.
6 ^o	1028,10 Gr.	16 ^o	1025,24 Gr.
7	1027,94	17	1024,89
8	1027,67	18	1024,47
9	1027,37	19	1024,12
10	1027,22	20	1023,75
11	1026,92	21	1023,37
12	1026,62	22	1022,95
13	1026,33	23	1022,48
14	1025,96	24	1022,01
15	1025,59		

Setzt man diese Beobachtungen mit denen des Dr. Erman in Verbindung, indem man die zweite Beobachtung bei 7° mit den in seiner Tabelle (Poggendorff's Annal. 1828, Heft 3. S. 375.) bei 7° angestellten gleichsetzt *), so erhält man:

Temperat. R°.	Specif. Gewicht der Mischung		Tempe- ratur R°.	Spec. Gewicht der Mischung
	nach Erman.	nach uns.		
0°	1,00000		13	0,997009
1	0,99976		14	0,996647
2	0,99946		15	0,996287
3	0,99936		16	0,995943
4	0,99924		17	0,995610
5	0,99900		18	0,995200
6	0,99875	0,998726	19	0,994858
7	0,99857	0,998570	20	0,994497
8	0,99830	0,998304	21	0,994135
9	0,99789	0,998020	22	0,993725
10	0,99773	0,997871	23	0,993267
11	0,99758	0,997607	24	0,992808
12	0,99716	0,997293		

Aus dieser Tabelle nahmen wir bis 7° Dr. Erman's, von 7° an aber unsere Beobachtungen, und suchten die Abnahme der Dichtigkeit bei Zunahme der Temperatur durch die Formel:

$$d = 1 + at + bt^2 + ct^3$$

auszudrücken, wo d die der Temperatur t zukommende Dichtigkeit bedeutet. Indem wir die Coëfficienten nach der Methode der kleinsten Quadratsummen zu bestimmen suchten, kamen wir auf folgende Endgleichungen:

$$298,695823 = 300 + 4900a + 90000b + 1763020c$$

$$4875,452455 = 4900 + 90000a + 1763020b + 35970000c$$

$$89510,810541 = 90000 + 1763020a + 35970000b + 754740700c$$

*) Wir wählen die zweite Beobachtung unserer Reihe, und nicht die erste bei 6°, weil die erste gleich beim Anfang der Beobachtungen gewöhnlich unzuverlässiger zu seyn pflegt, als die folgenden.

Hieraus a , b , c bestimmt ergab sich unsere Formel:

$$d^t = 1 - 0,00020533t + 0,0000003723t^2 - 0,000000188086t^3$$

Nach dieser Formel ergab sich folgende Tabelle:

Thermo- meter R°.	Specifisch. Gewicht.	Abweichung v. d. Beobacht.	Thermo- meter R°.	Specifisch. Gewicht.	Abweichung v. d. Beobacht.
0°	1,000000	0,000000	13°	0,996980	-0,000029
1	0,999795	+0,000035	14	0,996682	+0,000035
2	0,999589	+0,000129	15	0,996369	+0,000082
3	0,999382	+0,000022	16	0,996042	-0,000089
4	0,999173	-0,000067	17	0,995693	+0,000083
5	0,998959	-0,000041	18	0,995328	+0,000128
6	0,998741	-0,000009	19	0,994943	+0,000085
7	0,998516	-0,000054	20	0,994538	+0,000041
8	0,998285	-0,000019	21	0,994110	-0,000025
9	0,998045	+0,000025	22	0,993660	-0,000065
10	0,997796	-0,000075	23	0,993186	-0,000081
11	0,997536	-0,000071	24	0,992686	-0,000122
12	0,997265	-0,000028			

Wir haben die Abweichung von der Beobachtung + gesetzt, wenn die Beobachtung kleiner, — wenn sie größer als das durch Rechnung gefundene specifische Gewicht ist.

Nach dieser Tafel sind alle während unserer Reise erhaltenen Bestimmungen des specifischen Gewichts des Meerwassers corrigirt und auf eine und dieselbe Temperatur von 14° R. gebracht; das specifische Gewicht des destillirten Wassers bei dieser Temperatur hiebei als = 1,000000 angenommen.

Die folgende Tafel enthält alle Bestimmungen im atlantischen Ocean, der geographischen Breite nach geordnet, um zu sehen, ob sich ein allgemeines Gesetz der Abnahme des Salzgehalts mit der höheren Breite würde ableiten lassen.

Atlantischer Ocean.

Breite.	Länge v. Greenw.	Spec. Gewicht.	Monat d. Beob.
50° 25' N.	2° 39' W.	1,026639	Septemb.
50 16	3 18	1,026993	-
50 10	5 4	1,027192	-
49 30	6 14	1,027325	Mai
48 54	5 57	1,026563	Septemb.
48 10	11 57	1,027405	Mai
47 48	7 36	1,027170	Septemb.
47 19	15 54	1,027712	Mai
47 10	8 33	1,026354	Septemb.
45 53	15 17	1,027451	Mai
45 31	16 22	1,027623	-
45 1	17 16	1,027374	-
44 0	18 39	1,027784	-
43 17	24 8	1,027715	-
43 3	11 35	1,027083	Septemb.
42 40	30 31	1,027842	Mai
41 6	34 15	1,027710	-
41 2	12 38	1,027411	Septemb.
40 2	12 38	1,027608	-
39 53	36 37	1,027955	Mai
38 3	36 57	1,027783	-
38 0	13 20	1,027798	Septemb.
36 43	37 17	1,027798	Mai
36 20	14 6	1,028017	Septemb.
35 20	40 2	1,028049	Mai
33 9	14 53	1,027710	Septemb.
32 20	42 30	1,028184	Mai
31 53	42 18	1,028214	-
31 49	42 10	1,028195	-
30 55	15 19	1,027902	Septemb.
28 13	16 14	1,027729	-
27 7	41 45	1,028414	Mai
25 39	17 45	1,027951	Septemb.
24 10	41 48	1,028399	Mai
23 52	19 48	1,027598	Septemb.
22 24	21 23	1,027683	Octob.
21 45	40 33	1,028562	Mai
21 00	23 18	1,027711	Octob.
19 22	39 13	1,028555	April

Breite.	Länge v. Greenw.	Spec. Gewicht.	Monat d. Beob.
19° 1' N.	25° 5' W.	1 027812	Octob.
17 16	37 57	1,028149	April
16 23	26 27	1,027607	Octob.
15 11	36 41	1,027626	April
13 38	25 41	1,026994	Octob.
13 15	35 23	1,027756	April
11 29	24 25	1,026980	Octob.
11 22	33 48	1,027768	April
9 45	22 59	1,027062	Octob.
7 28	21 53	1,025863	-
7 20	21 59	1,025918	-
6 12	21 10	1,026097	-
6 8	28 41	1,027678	April
5 45	21 39	1,026921	Octob.
5 10	20 32	1,026103	-
5 1	18 44	1,025950	-
4 36	25 24	1,027391	April
3 33	20 15	1,026379	Octob.
3 22	23 30	1,026827	April
3 12	21 11	1,026908	Octob.
2 3	22 46	1,027001	-
1 55	23 10	1,026514	April
0 00	24 16	1,027375	Octob.
1 25 S.	26 10	1,027341	-
2 20	22 18	1,027391	April
4 7	28 00	1,027577	Octob.
6 51	29 19	1,027628	-
8 4	16 19	1,027500	April
9 36	31 00	1,027751	Octob.
11 12	12 33	1,028043	April
14 16	34 14	1,028244	Octob.
14 18	8 7	1,027875	April
15 58	5 49	1,028034	März
16 15	34 58	1,028316	Octob.
18 5	2 44	1,027826	März
18 29	35 56	1,028323	Octob.
20 11	37 33	1,028333	-
21 29	357 49	1,027842	März
22 21	39 28	1,028300	Octob.
24 49	350 30	1,027099	März
26 45	350 30	1,027218	-

Breite.	Länge v. Greenwich.	Specif. Gewicht.	Monat d. Beob.
26° 55' S.	44° 5' W.	1,027730	Novemb.
28 46	347 29	1,027143	März
29 21	45 16	1,027280	Decemb.
30 34	345 13	1,027191	März
31 12	46 25	1,027850	Decemb.
31 49	343 36	1,026677	März
32 37	47 19	1,027721	Decemb.
33 31	49 22	1,027632	-
34 3	342 31	1,026991	März
34 58	51 3	1,026857	Decemb.
35 00	51 16	1,026743	-
37 24	52 31	1,025570	-
40 41	52 20	1,027462	-
43 45	55 32	1,026318	-
44 2	56 34	1,026471	-
44 49	48 9	1,026369	-
44 15	60 33	1,025675	-
48 7	63 15	1,025733	-
48 54	63 14	1,025764	-
50 18	63 24	1,025764	-
53 27	63 58	1,026001	-
54 6	64 15	1,025736	-
54 49	63 5	1,025345	-
55 59	66 7	1,025528	-
56 41	68 19	1,025855	-

Aus dieser Zusammenstellung der Beobachtungen des specifischen Gewichts des atlantischen Oceans sind die beiden Beobachtungszeiten bei der Hin- und Rückreise sogleich zu unterscheiden. Nämlich die Beobachtungen im Mai, April und März geschahen auf der Rückreise 1826, und die im September, October, November und December auf der Hinreise 1823. Betrachtet man nun die Reihe der Beobachtungen, so findet man, daß, wenn eine Beobachtung vom Mai z. B. auf eine vom September (z. B. bei 24° 10' und 23° 52' N.B.) unmittelbar folgt, ein bedeutender Unterschied im specifischen Gewichte stattfindet. Auf den ersten Blick möchte man

daher sagen, solche Beobachtungen in verschiedenen Jahren seyen nicht mit einander zu verbinden; allein unter diesen Beobachtungen findet nicht blofs der Unterschied der Zeit, sondern auch der der Länge statt, und es ist daher die Frage, ob die letztere, nämlich die verschiedene Länge, nicht allein die Differenzen zu erklären im Stande sey. Bei genauerer Ansicht unserer Tabelle wird uns Letzteres immer klarer werden. Wir sehen nämlich anfangs, wo die Beobachtungen vom Mai 1826 westlicher sind, als die vom September 1823, dafs jene durchgängig ein gröfseres specifisches Gewicht geben. Von 3° N. bis 0° Br. werden die Längen beider Beobachtungen vom April 1826 und October 1823 ziemlich gleich, und dort finden sich auch fast ganz dieselben specifischen Gewichte. Von nun an sind die Beobachtungen vom October, November und December mehr westlich, und von dort an ist auch das gefundene specifische Gewicht in diesen Monaten durchgängig gröfser, als das vom April und März in denselben Breiten. Wir können also unsere Anomalien vollkommen erklären, wenn wir den Satz feststellen: Der atlantische Ocean ist von gröfserem Salzgehalt im Westen als im Osten bei gleicher geographischer Breite. Dieser Satz folgt aus unseren Beobachtungen unwiderleglich.

Hieraus ersieht man aber auch, dafs uns solche Tabellen, wie die vorliegende, vom atlantischen Ocean, wo die Beobachtungen nach der Breite geordnet sind, wenig helfen zur Ausmittlung des Gesetzes der Abnahme des Salzgehalts mit der Zunahme der Breiten, eben weil die Beobachtungen in verschiedenen Längen angestellt sind, und daher haben wir unsere übrigen Beobachtungen auch nicht in diese Form gebracht.

Betrachten wir die Beobachtungen, die auf der Hinreise im atlantischen Ocean angestellt sind, und nehmen, wo sie sich finden, die Beobachtungen mit dem Instrumente (die indess in diesem Auszuge nicht von den mit

No. 2. angestellten unterschieden wurden), so sehen wir das specifische Gewicht von $50^{\circ} 25'$ N.Br. an nach dem Aequator hin zunehmen, mit einigen geringen Ausnahmen dazwischen, die wir irgend einem Zufalle oder Fehler in der Beobachtung zuschreiben müssen, bis es bei $25^{\circ} 39'$ N.Br. und $17^{\circ} 45'$ Länge sein Maximum $=1,027979$ erreicht. Von da nimmt es wieder bedeutend ab, und scheint etwa zwischen $7^{\circ} 28'$ und $4^{\circ} 23'$ N.Br. sein Minimum zu haben. Von dort nimmt es rasch zu, welche Raschheit der zugleich stattfindenden bedeutenden Bewegung nach Westen zuzuschreiben ist, und erreicht bei $20^{\circ} 11'$ S.Br. und $37^{\circ} 33'$ Länge sein Maximum im Süden $=1,028333$. Von dort an nimmt es regelmäfsig mit der Zunahme der Breite ab.

Nehmen wir eben so die Beobachtungen auf der Rückreise im atlantischen Ocean vor, so finden wir, von Süden nach Norden vorrückend, eine Zunahme des specifischen Gewichts bis zum südlichen Maximum zwischen $15^{\circ} 58'$ und $14^{\circ} 18'$ S.Br., und etwa 7° Länge $=1,02800$, dann wieder Abnahme, aber etwas unregelmäfsig, da wir zugleich stark nach Westen vorrückten; doch sehen wir das Minimum zwischen $1^{\circ} 55'$ und $3^{\circ} 22'$ N.Br. Das nördliche Maximum ist wiederum deutlich zu erkennen zwischen $19^{\circ} 22'$ und $21^{\circ} 45'$ Br. und 40° Länge $=1,028560$. Von diesem Maximum nimmt das specifische Gewicht regelmäfsig ab mit der gröfseren Breite.

Wir haben also nach unsern beiden Durchschiffungen des atlantischen Oceans

das nördl. Max. bei $25^{\circ} 39'$ Br. u. $17^{\circ} 45'$ W.L. $=1,027979$

- - - - $20 34$ - - $40 00$ - $=1,028550$

das südl. Max. - $20 11$ - - $37 33$ - $=1,028333$

- - - - $15 8$ - - $7 0$ - $=1,028000$

Der Einflufs der westlicheren Lage auf die Gröfse der Maxima ist unverkennbar.

Aus den Beobachtungen von 1823 ist noch die vom 6. Dec. merkwürdig. Wir hatten nämlich am

5. Dec.	34° 58' Br. u. 51° 3' L.	dassp. Gew. =	1,026857
5. Dec. Ab. 9 ^h	dito - dito - - -	=	1,026743
6. Dec.	37° 24' - 52° 31' - - -	=	1,025370
8. Dec.	40 41 - 53 20 - - -	=	1,027462

Hier ist das specifische Gewicht am 6. außerordentlich niedrig, sowohl gegen das nördlich als gegen das südlich davon gefundene, und der Grund davon kann kein anderer seyn, als der Rio de la Plata, der sein Wasser so weit in's Meer treibt. Wir glaubten seinen Einfluß am 5. Abends anzumitteln, wo wir ihm gerade gegenüber waren; allein sein Strom nimmt, wie man hieraus sieht, eine mehr südlichere Richtung.

Folgende Tafel enthält die in der Südsee und dem indischen Ocean angestellten Beobachtungen, nach der Zeit geordnet.

Südsee und indischer Ocean.

Breite.	Länge v. Greenwich.	Spec. Gewicht.	Monat d. Beob.
57° 27' S.	70° 47' W.	1,026174	Dec. 1823
54 17	80 57	1,026075	Jan. 1824
49 6	80 23	1,025872	- -
44 47	78 22	1,025581	- -
43 6	78 14	1,025797	- -
37 55	74 28	1,026575	- -
32 36	74 59	1,026916	Febr.
29 43	77 38	1,026268	- -
27 31	79 48	1,026575	- -
25 3	83 24	1,026939	- -
23 49	84 49	1,026921	- -
22 18	86 39	1,027182	- -
21 35	88 41	1,026878	- -
19 41	94 9	1,027615	- -
19 17	97 8	1,027734	- -
18 58	99 53	1,027751	- -
18 41	102 34	1,027791	- -
18 24	105 9	1,027821	- -
17 35	113 34	1,027787	- -
17 25	116 15	1,027992	- -

Breite.	Länge v. Greenwich.	Spec. Gewicht.	Monat d. Beob.
17° 13' S.	119° 6' W.	1,028084	Febr. 1824
16 50	124 15	1,027817	- -
16 21	131 52	1,027835	- -
16 8	134 34	1,027725	- -
16 2	136 13	1,027673	- -
16 7	138 00	1,027557	März -
15 54	139 19	1,027638	- -
15 57	140 8	1,027567	- -
14 32	143 55	1,027599	- -
15 42	146 14	1,027232	- -
16 55	148 52	1,027452	- -
15 16	159 41	1,027557	- -
15 6	161 55	1,027176	- -
14 57	165 46	1,027160	April -
14 30	168 1	1,026783	- -
14 15	170 50	1,027055	- -
13 19	172 54	1,026846	- -
11 24	174 14	1,026477	- -
9 59	175 6	1,026682	- -
8 2	175 33	1,026924	- -
4 39	177 29	1,027380	- -
2 50	177 55	1,027142	- -
1 28 S.	178 52	1,027251	- -
1 1 N.	180 26	1,027281	- -
8 22	186 52	1,027537	- -
10 2	191 3	1,026723	Mai -
13 3	192 35	1,026743	- -
15 10	193 21	1,026856	- -
17 8	194 5	1,026904	- -
18 59	195 2	1,027230	- -
19 29	195 36	1,027121	- -
21 14	196 10	1,027190	- -
21 14	196 1	1,027131	- -
21 44	195 44	1,027148	- -
23 33	196 25	1,027290	- -
33 5	201 4	1,026695	- -
34 15	201 2	1,026767	- -
37 2	202 00	1,026819	- -
41 52	200 52	1,026089	- -
46 42	200 14	1,025254	Juni -
47 33	199 29	1,025361	- -

Breite.	Länge v. Greenwich.	Spec. Gewicht.	Monat d. Beob.	
49° 22' N.	199° 42' W.	1,025191	Juni	1824
50 25	192 26	1,025042	Juli	-
50 2	187 16	1,025315	-	-
49 50	184 41	1,025315	-	-
49 36	180 45	1,024937	-	-
49 27	178 49	1,025171	-	-
51 8	154 36	1,025028	Aug.	-
52 7	151 10	1,024947	-	-
52 55	148 10	1,025121	-	-
53 52	144 58	1,025074	-	-
56 22	138 1	1,024503	-	-
27 53	128 17	1,026322	Nov.	-
25 30	130 46	1,026564	Dec.	-
23 12	134 27	1,026729	-	-
19 47	147 6	1,026787	-	-
20 13	150 35	1,026919	-	-
21 5	153 42	1,026960	-	-
21 16	156 9	1,026991	-	-
23 5	157 53	1,027176	Febr.	1825
23 41	156 40	1,027124	-	-
25 6	156 58	1,027094	-	-
27 52	156 34	1,026996	-	-
29 34	156 00	1,026907	-	-
55 11	139 13	1,024971	Aug.	-
51 32	138 57	1,025350	-	-
48 9	139 29	1,025493	-	-
46 9	140 32	1,025469	-	-
44 15	140 28	1,025428	-	-
41 25	141 43	1,025639	-	-
41 12	141 58	1,025712	-	-
40 42	142 41	1,025763	-	-
39 46	142 40	1,025650	-	-
37 30	140 47	1,026446	-	-
35 22	139 19	1,026636	-	-
32 53	137 48	1,026778	-	-
31 17	137 5	1,026921	Sept.	-
28 54	137 57	1,027189	-	-
27 6	138 47	1,026991	-	-
24 49	142 15	1,027258	-	-
23 27	146 58	1,027184	-	-
21 59	151 1	1,027419	-	-

Breite.	Länge v. Greenwich.	Spec. Gewicht.	Monat d. Beob.
21° 7' N.	154° 19' W.	1,027312	Sept. 1825
18 36	161 13	1,026959	- -
16 44	163 50	1,027162	- -
15 23	127 22	1,027144	- -
14 32	169 38	1,027140	- -
12 6	181 18	1,027098	Oct. -
11 19	186 5	1,027006	- -
11 11	189 56	1,026585	- -
11 11	193 35	1,026855	- -
11 37	195 40	1,026719	- -
11 34	198 27	1,026676	- -
18 1	223 12	1,027132	- -
19 57	228 59	1,027049	- -
20 12	230 59	1,027150	- -
20 13	234 28	1,027009	- -
20 8	237 56	1,026783	Nov. -
18 12	239 44	1,026362	- -
16 28	240 33	1,026065	- -
13 29	244 17	1,025937	Jan. 1828
13 00	246 47	1,026122	- -
9 17	251 20	1,026167	- -
5 12	254 50	1,026013	- -
2 42 N.	255 22	1,025642	- -
6 58 S.	255 26	1,025478	- -
9 15	256 4	1,025527	- -
12 13	256 9	1,025500	- -
12 29	257 59	1,026621	Febr. 1824
13 19	259 56	1,026179	- -
14 36	265 5	1,026028	- -
14 6	266 48	1,026057	- -
14 55	269 46	1,026221	- -
16 24	273 5	1,026257	- -
18 23	278 5	1,026314	- -
19 43	281 35	1,026608	- -
20 45	284 59	1,026691	- -
22 2	288 25	1,026708	- -
22 39	291 31	1,026708	- -
23 33	294 26	1,026675	- -
24 33	298 18	1,026607	- -
25 4	301 9	1,026708	- -
26 55	306 22	1,026743	- -

Breite.	Länge v. Greenwich	Spec. Gewicht.	Monat d. Beob.
28° 26' S.	312° 49' W.	1,026873	Febr. 1828
28 48	315 2	1,026775	- -
30 5	320 4	1,026844	März -
31 24	322 46	1,027081	- -
34 2	327 9	1,026899	- -
33 58	330 34	1,027043	- -
34 7	332 18	1,027059	- -
35 10	335 28	1,026858	- -
35 21	339 17	1,027187	- -
34 3	342 31	1,026991	- -

In der Südsee ist es schwerer aus unseren Beobachtungen die südlichen und nördlichen Maxima auszumitteln, weil unser Lauf in der Gegend derselben meistens mehr der Länge als der Breite nach ging; allein zu verkennen sind sie auch hier nicht. In der südlichen Halbkugel bezeichnet sich das Maximum ziemlich deutlich bei 17° 13' N.Br. und 169° 6' L. = 1,02804. In der nördlichen liegt es zwischen 18° 59' und 23° 33' bei 196° Länge. Am 4. Febr. 1825 scheint es sich gleichfalls bei 23° 5' Br. und 157° 53' Länge zu zeigen. Dann aber am 12. Sept. 1825 ist es deutlich bei 21° 59' und 154° 19' Länge zu erkennen. Letzteres wird wohl der Wahrheit am nächsten kommen; es fällt auch ziemlich in die Mitte der andern Bestimmungen. So hätten wir denn für die Südsee:

das nördliche Maxim. bei 22° Br. und 154° L. = 1,027176
das südliche - - 17 - - 119 - = 1,028086

Was die Länge betrifft, so scheint sie in der Südsee wenig Einfluss auf den Salzgehalt zu haben, wie man aus den Beobachtungen vom 13. Febr. 1824 bis 1. Apr. ersehen kann, wo wir unsere Breite wenig, die Länge aber sehr stark änderten. Die Unterschiede des specifischen Gewichts sind unbedeutend und kommen wahrscheinlich auf die doch immer stattfindende geringe Ver-
än-

änderung der Breite, indem das südliche Maximum bei 17° Br. hiermit eingeschlossen ist.

Im Ganzen ist nach unseren Beobachtungen die Südsee weniger salzig als der atlantische Ocean. Das specifische Gewicht erhebt sich in ihr nur einmal bis 1,028, während es im atlantischen Ocean oft diesen Werth übersteigt. Diefs erklärt wohl auch, warum bei der Durchschiffung des indischen Oceans von Ost nach West die specifischen Gewichte immer zunahmen, je näher wir dem atlantischen Ocean kamen, obgleich die Breite ebenfalls zunahm, so dafs bis zu 35° S.Br. kein Maximum zu spüren war. Würde man dieses Meer gerade von Norden nach Süden oder umgekehrt durchschneiden, so würde man gewifs eben so wie im atlantischen Ocean und in der Südsee das südliche Maximum auffinden.

Die allgemeinen Schlüsse, die sich aus obigen Betrachtungen ziehen lassen, wären nun folgende:

1) Der atlantische Ocean ist von gröfserem Salzgehalt als die Südsee; und der indische Ocean, als Verbindung beider grofsen Wassermassen, ist daher zum atlantischen Ocean hin salziger als nach der Südsee zu, also westlich salziger als östlich.

2) In jedem der beiden grofsen Oceane giebt es ein nördliches Maximum von Salzgehalt und ein südliches; das nördliche steht weiter vom Aequator ab als das südliche. Das Minimum zwischen beiden fällt im atlantischen Ocean einige Grade nördlich vom Aequator, wahrscheinlich auch in der Südsee; allein unsere Beobachtungen lassen es nicht erkennen, da sie gerade in dieser geringen nördlichen Breite der Südsee mangelhaft sind.

3) Im atlantischen Ocean ist der westliche Theil salziger als der östliche; in der Südsee scheint durch die Länge kein Unterschied im Salzgehalt bedingt zu werden.

4) Das gröfste specifische Gewicht des atlantischen Oceans fand sich im nördlichen Maximo bei 40° westlich.

cher Länge von Greenwich = 1,02856
 das der Südsee im südlichen Max. bei 119° = 1,028084

Letzteres ist die einzige Beobachtung in der Südsee, wo sich das specifische Gewicht bis 1,028 erhob.

5) Von dem nördlichen Maximo nach Norden, und vom südlichen nach Süden nimmt das specifische Gewicht mit Zunahme der Breite beständig ab.

Es entsteht nun die Frage: Woher diese nördlichen und südlichen Maxima? — Warum giebt es nicht ein Maximum auf dem Aequator selbst, statt dafs dort das specifische Gewicht bedeutend geringer ist als in der Gegend der Maxima. Zur Beantwortung dieser Frage müssen wir zuerst ausmachen, wodurch der Salzgehalt der Oberfläche bestimmt wird. Den vorzüglichsten Einfluss auf denselben übt wohl die Ausdunstung aus, und wir glauben, dafs wir durch sie den Umstand der Maxima nördlich und südlich zu erklären im Stande seyn werden. Die Ausdunstung nämlich wird wiederum bedingt durch die Sonnenwärme und durch den schnellen oder langsamen Wechsel der Luftschichten. Die Sonnenwärme wäre nun zwar am Aequator am bedeutendsten; allein der schnellere Wechsel der Luftschichten ist wiederum dort am wenigsten zu suchen. Es ist merkwürdig, dafs im atlantischen Ocean die Gegend des Minimums gerade mit der Gegend zusammenfällt, die von den Seefahrern so gefürchtet wird, nämlich mit der Gegend der fast beständigen Windstillen. Die Dünste, welche die brennende Sonnenhitze in die Luft steigen läfst, bleiben über der Wasserfläche schweben und verhindern die weitere Ausdehnung. Das Meer verliert weniger von seinen wässrigen Theilen und ist daher weniger salzig, als bei 22° nördlicher und 18° südlicher Breite, wo die in ihrer ganzen Frische wehenden Passatwinde die, in einer Sonnenhitze, die bekanntlich der unter dem Aequator wenig nachsteht, aufsteigenden Dünste sogleich weiter führt, und den neu sich bildenden Raum giebt, so dafs die Verdunstung

rasch vor sich geht. Daher der starke Salzgehalt des so schnell verdunstenden Wassers. Diefs würde auch den gröfseren Salzgehalt des westlichen Theils des atlantischen Oceans erklären, da bekanntlich, je näher den afrikanischen Küsten, desto anhaltender und von weiterem Umfange die Windstillen sind. In der Südsee findet dieser Umstand der gröfseren Windstillen nach Osten nicht statt, und daher ist auch dort der Einfluß der Länge auf den Salzgehalt so unmerklich.

VIII. Ueber die Niveaudifferenz zwischen dem stillen und atlantischen Ocean.

„Zu allen Zeiten und in allen Klimaten hat man von zwei benachbarten Meeren das eine für höher als das andere gehalten. Die Spuren dieser vulgären Meinung finden sich schon bei den Alten. Strabo berichtet, dafs man das Niveau des Meerbusens von Korinth bei *Lecheae* für höher hielt als das Niveau des Golfs von *Cenchreae* *). Er glaubte, dafs es sehr gefährlich sey, den peloponnesischen Isthmus dort zu durchstechen, wo die Korinther mittelst eigenthümlicher Maschinen die Schiffe über Land zogen. In Amerika, auf dem Isthmus von Panama, nimmt man gemeiniglich an, die Südsee sey höher als das Meer der Antillen. Diese Meinung gründet sich auf einen blofsen Schein. Nachdem man mehrere Tage gegen den Strom des *Rio Chagres* angekämpft hat, glaubt man viel höher gestiegen zu seyn, als man hernach von den bei *Cruces* liegenden Hügeln gegen *Panama* hinabsteigt. In der That kann nichts trüglicher seyn als das Urtheil, welches man nach einem langen

*) Strabo, *Lib. I. ed. Siebenkees, Vol. I. p. 146.* Livius, *Lib. XLII. cap. 16.*

und folglich sehr sanften Abhang über eine Niveaudifferenz fällt. In *Peru* kostete es mir Mühe meinen Augen zu glauben, als ich durch eine barometrische Messung fand, daß die Stadt Lima 91 Toisen höher liege als der Hafen *Callao*. Und dennoch müßte die Felseninsel San Lorenzo durch ein Erdbeben ganz vom Wasser bedeckt werden, wenn der Ocean bis zur Hauptstadt Peru's vordringen sollte. Schon Don George Juan bekämpfte die Meinung von einer Niveaudifferenz zwischen dem grossen Ocean und dem Antillen-Meer; er fand die Barometerstände gleich an der Mündung des Chagres und in Panama. «

»Die Unvollkommenheiten der meteorologischen Instrumente, deren man sich damals bediente, und der Mangel aller thermometrischen Correctionen bei Berechnung der Höhen, könnten noch einige Zweifel hinterlassen. Und diese Zweifel scheinen selbst einiges Gewicht erlangt zu haben, seitdem die französischen Ingenieure der Expedition nach Aegypten den Spiegel des rothen Meeres 6 Toisen höher als den des Mittelmeeres fanden. So lange indeß kein geometrisches Nivellement auf dem Isthmus von Panama ausgeführt ist, muß man zu barometrischen Messungen seine Zuflucht nehmen. Die, welche ich an der Mündung des Rio Sinu, am Antillen-Meere, und an den Küsten der Südsee in Peru angestellt habe, beweisen, nach gehöriger Correction wegen der Temperatur, daß, wenn eine Niveaudifferenz zwischen jenen zwei Meeren vorhanden ist, sie nicht über sechs bis sieben Meter hinausgehen kann. «

Diese Worte Alexander von Humboldt's, welche Derselbe in seinem *Essai politique sur le Royaume de la Nouvelle-Espagne* (Vol. I. p. 222.) bei Erörterung der Ausführbarkeit des für den Welthandel so wichtigen Projects einer Kanalverbindung jener beiden Oceane ausspricht, finden ihre Bestätigung in den Resultaten eines geodätischen Nivellements, welches in den Jahren

1828 und 1829 von dem Engländer Lloyd gemeinschaftlich mit dem Schweden Falmark, Kapitain in columbischen Diensten, im Auftrage des General Bolivar quer durch den Isthmus von Panama ausgeführt worden ist, um eben für die Anlegung eines Kanals oder Schienenwegs die passlichste Linie auszumitteln. Aus dieser mit Sorgfalt und vorzüglichlichen Instrumenten gemachten Vermessung, von der die Details in der Bibliothek der K. Gesellschaft zu London niedergelegt sind, und ein kurzer Bericht in die *Philosophical Transactions* f. 1830, p. 59., eingerückt worden ist, hat sich nämlich die Niveaudifferenz zwischen dem stillen und atlantischen Meere als so unbedeutend ergeben, daß Fluth und Ebbe schon hinreichen, sie bald positiv, bald negativ zu machen; ein Umstand, durch den die Frage, welches dieser beiden Meere höher sey, nothwendig von der abhängig wird, wie man den mittleren Wasserstand aus den periodischen Oscillationen zu bestimmen habe.

Ueber die letztere Bestimmung giebt es mehrere Meinungen, und folglich noch einige Ungewißheit. Hr. Lloyd nimmt an, das mittlere Niveau liege genau in der Mitte zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasserstand; eine Annahme, welche die Analogie aller kleinen Oscillationen für sich hat, und sich jedenfalls wohl wenig von der Wahrheit entfernen wird. Uebrigens leiden die Resultate der Messung dadurch keinen Eintrag, vielmehr geben sie Jedem die Mittel an die Hand, sie seiner eigenen Theorie anzupassen.

Eine sorgfältige und wiederholte Beobachtung des Steigens und Fallens der Meere an beiden Seiten des Isthmus hat zunächst zu folgenden Resultaten geführt.

Zu *Panama*, am Ufer der Südsee, beträgt der Unterschied zwischen dem Wasserstande bei Ebbe und Fluth, zwei Tage nach Vollmond, im Mittel 21,22 engl. Fufs, in einzelnen Fällen sogar 27,44 Fufs.

Zu *Chagres*, am westindischen Meer, findet sich dagegen dieser Unterschied nur $= 1,16$ engl. Fufs, sowohl in^d der trocknen als regnigten Jahreszeit. An beiden Orten tritt die Fluth gleichzeitig ein, bei Voll- und Neumond nämlich um 3^h 20' Nachmittags.

Diese Bestimmungen zum Grunde legend, zieht nun Hr. Lloyd aus den übrigen Ergebnissen seines Nivellements folgende Schlüsse.

1) Die Hochwasser-Marke zu Panama steht 13,55 englische Fufs über der Hochwasser-Marke zu *Chagres*. Da nun der Unterschied zwischen Fluth und Ebbe zu Panama 10,61 Fufs und zu *Chagres* 0,58 Fufs beträgt, so ergibt sich, gemäß der obigen Annahme, daß der mittlere Wasserstand der Südsee zu Panama 3,52 Fufs höher liegt, als der des atlantischen Oceans zu *Chagres*.

2) Bei der Fluth, die an beiden Seiten des Isthmus gleichzeitig eintritt, steigt das stille Meer 10,61 Fufs, und das atlantische 0,58 Fufs über sein mittleres Niveau; mithin ist dann das erstere Meer $(10,61 - 0,58 + 3,52) = 13,55$ Fufs höher.

3) Zur Zeit der Ebbe, wo beide Meere um die genannten Gröfsen unter ihrem mittleren Niveau stehen, muß folglich der Spiegel der Südsee $(10,61 - 0,58 - 3,52) = 6,51$ Fufs unter dem des atlantischen Meeres liegen.

Innerhalb zwölf Stunden steht demnach das stille Meer erstlich bei der Fluth um mehrere Fufs höher als das atlantische Meer, dann kommt es mit diesem in Niveau, und bei fortwährendem Sinken stellt es sich endlich, zur Zeit der Ebbe, um eben so viele Fufs unter ihn, als es früher über ihm gestanden hatte. In einem offenen Kanale, der beide Oceane verbände, würde demnach das Wasser abwechselnd sechs Stunden hindurch in das atlantische und eben so lang in das stille Meer fliefsen.

Durch dieses Nivellement wird dann hoffentlich ein

jeder Zweifel an der Niveaudifferenz der beiden Meere beseitigt seyn. Indefs ist auch nach Hrn. Lloyd die Täuschung, mit welcher man von der atlantischen Küste aus zur Südsee hin in die Höhe zu steigen glaubt, sehr auffallend, und als Grund derselben führt er, auſser dem schon von Hrn. von Humboldt genannten, noch den an, daß die Gegend, von wo aus man zuerst die hohe Kathedrale der Stadt Panama erblickt, ein Thal ist, welches mehrere Fufs unter dem Niveau des Meeres liegt *), was eben zu dem Glauben verleitet, die Stadt sey auf einer Anhöhe erbaut.

Uebrigens bestätigt Hr. Lloyd die von Lionel Wafer schon vor einem Jahrhundert gemachte Bemerkung, daß die Landenge von Darien von keiner zusammenhängenden Bergkette durchlaufen wird **). Es wird allgemein in Europa angenommen, sagt Hr. Lloyd, daß der große Gebirgszug, welcher in Südamerika die Andeskette, und in Nordamerika die mexicanischen Berge und die Rocky Mountains bildet, ununterbrochen durch den Isthmus fortsetze. Diefes ist jedoch keinesweges der Fall. Die nördlichere Cordillera löst sich an der Ostseite der Provinz Veragua in einzeln stehenden Bergen auf, die eine beträchtliche Höhe haben, ungemein schroff und rauh sind, und häufig eine fast senkrechte Wand von nacktem Fels darbieten. Auf diese folgen viele kegelförmige Berge, welche aus Savannen und Ebenen emporsteigen, und selten über eine Höhe von 300 bis 500 Fufs

*) Der Isthmus von Panama hätte also darin einige Aehnlichkeit mit der Landenge von Suez, wo ebenfalls mehrere Thäler unter dem Spiegel des rothen Meeres liegen, ja zum Theil selbst unter dem des Mittelmeeres. Nach den Messungen der französischen Geodäten steht bekanntlich der Golf von Suez zur Fluthzeit 30,5, und zur Ebbezeit 25 Par. Fufs über dem Mittelmeer bei Tynch, zur Zeit der Ebbe, wo indess das Wasser bis zur Fluth nur um einen Fufs steigt.

**) Al. v. Humboldt, *Essai politique etc. Vol. I. p. 221.*

hinausgehen *). Zwischen Chagres, am atlantischen Meer, und Chorrera, am Südseeufer, werden endlich diese konischen Berge weniger zahlreich, und es erscheinen Ebenen von großer Ausdehnung zwischen ihnen, hin und wieder mit einzelnen Reihen Hügel von unbedeutender Höhe und Größe. Hieraus ersieht man, daß die Stelle, wo das Festland von Amerika fast seine geringste Breite erreicht, auch dadurch ausgezeichnet ist, daß die große Gebirgskette, welche sich, mit wenigen Ausnahmen, von einem Ende dieses Continents bis zum andern erstreckt, hier auf wenige Meilen unterbrochen wird. Die Combination dieser beiden Umstände, fügt Hr. L. hinzu, macht den Isthmus von Panama ganz besonders zur Errichtung einer Verbindung beider Weltmeere geeignet.

Es ist übrigens nicht bloß die Landenge von Panama, welche eine Communication zwischen beiden Ozeanen gestattet; vielmehr giebt es, wie Hr. v. Humboldt im zweiten Kapitel seines *Essai politique etc.* ausführlich entwickelt, im Ganzen neun Punkte in Amerika, wo eine solche Verbindung mehr oder weniger möglich ist. Sie bieten sehr verschiedenartige Vortheile dar, doch läßt sich, bevor man sie nicht *alle* mit Sorgfalt untersucht hat, nicht entscheiden, welcher den Vorzug verdiene. Vor einer solchen Untersuchung, zu der es indess noch an genauen Materialien gebricht, sagt Hr. v. Humboldt, wäre es unvorsichtig, Kanäle zu graben durch die Isthmen von Guasacualco, Nicaragua, Panama oder Cupica. Jene neun Punkte, wie sie sich auf dem vierten Blatte des geographisch-physikalischen Atlases von Hrn. v. Humboldt zusammengestellt finden, sind, nach der geographischen Breite geordnet, folgende:

*) Also eine ganz ähnliche Erscheinung wie die, welche der Altai in seiner westlichen Verlängerung zeigt. Man sehe den Aufsatz des Hrn. von Humboldt in dies. Ann. Bd. 18. S. 10. Der höchste Punkt in dem Nivellement des Hrn. Lloyd war *Maria Henrique*, 633,32 engl. Fuß über dem Meer. P.

1) Unter $54^{\circ} 37'$ Nördl. Breite, in der Parelle der Königin-Charlotten-Insel, nähern sich die Quellen des *Friedens-* oder *Unjigah-*Fluss bis auf sieben Lieues den Quellen des *Tacoutché-Tessé*, welchen man früher für identisch hielt mit dem *Columbiafluss*. Der erstere ergießt sich durch den *Slavensee* und den *Mackenziefluss* in das Eismeer; der letztere, der *Tacoutché-Tessé* oder *Fraser River* fließt durch die *Birch-Bay*, etwa 60 Lieues nördl. von der Mündung des *Columbiaflusses*, in die Südsee. Die *Stony-Mountains*, welche die Quellen beider Flüsse trennen, sind nach *Mackenzie* nicht so hoch, daß nicht eine Verbindung möglich wäre, die besonders für den Pelzhandel große Vorthelle gewähren würde. — Unter 50° N.Br. bieten auch der *Nelson-Fluss*, der *Saskatchewan* und der *Missoury*, Flüsse, die sämmtlich am Fusse des *Stony Mountains* entspringen, gleichfalls eine leichte Verbindung mit der Südsee dar.

2) Unter 40° N. Br. sind die Quellen des *Rio del Norte* oder *Rio Bravo*, der sich in den Golf von Mexico ergießt, nur durch ein bergiges Gebiet von 12 bis 13 Lieues Breite von den Quellen des in den Meerbusen von Californien mündenden *Rio Colorado* geschieden.

3) Der Isthmus von *Tehuantepec*, der unter 16° nördlicher Breite die Quellen des *Rio Huasacualco* (*Gonzacoalcos*) und des *Rio Chimalapa* enthält. Ersterer fließt in den Golf von Mexico, letzterer in die Südsee. Der Höhenzug, welcher die Wasserscheide bildet, ist durch ein Thal unterbrochen. Schon *Fernand Cortez* nennt in einem Schreiben an *Karl V.* den Isthmus von *Tehuantepec* das *Geheimniß der Durchfahrt*; und im J. 1814 decretirten die spanischen Cortes die Eröffnung eines Kanals daselbst.

4) Der große See von *Nicaragua*, welcher nicht allein mit dem See von *Leon* in Verbindung steht, sondern auch durch den Fluss *San Juan* mit dem Antillen-Meer. Die Verbindung mit der Südsee würde sich

vermittelst Durchgrabung der Landzunge, welche den See vom Golf von *Papagayo* trennt, bewerkstelligen lassen.

5) Der Isthmus von *Panama*, der mehr als einen Verbindungspunkt darzubieten scheint, da man schon im J. 1528 den Vorschlag gethan, ihn durch Vereinigung der Flüsse *Caimito* und *Rio Grande* mit dem *Rio Trinidad* zu durchstechen *).

6) Geht man längs den Küsten der Südsee vom *Cap San Miguel* bis zum *Cap Corrientes* hinab, so trifft man die kleine Bucht von *Cupica*, die wegen eines neuen Kanalprojectes sehr berühmt in Columbien geworden ist. Von der Bucht von *Cupica* bis zum *Embarcadero des Rio Naipi* (*Naipipi*) findet sich ein ganz ebener und zur Anlegung eines Kanals sehr geeigneter Landstrich von 5 bis 6 Seemeilen Breite. Der *Naipi*-Fluss ist schiffbar und mündet unterhalb des Dorfes *Zitara* in den grossen *Rio Atrato*, der sich in das antillische Meer ergiesst.

7) Im Innern der Provinz *Choco* vereinigt ein kleiner Giebsbach, *Quebrada de la Raspadura*, den *Rio Noanama*, gewöhnlich *Rio San Juan* genannt, mit dem kleinen *Quibdo*-Fluss. Der letztere, vergrößert durch die Wässer des *Andagueda* und des *Rio Zitara*, bildet den *Rio Atrato*, der sich in's Meer der Antillen ergiesst, während der *Rio San Juan* in die Südsee mündet. Ein sehr thätiger Mönch, Pfarrer im Dorfe *Novita*, liess im Bette des genannten Baches einen kleinen Kanal graben, und durch diesen, während der Regenzeit schiffbaren, Kanal sind wirklich Canots mit Cacao beladen *von einem Meer*

*) Die projectirte Eisenbahn, welche auf der dem Aufsatz des Hrn. Lloyd hinzugefügten Karte verzeichnet ist, geht von *Panama* bis nahe zum Punkte, wo der *Rio Trinidad* sich in den *Rio Chagres* ergiesst, und ist etwa 34 englische Meilen lang; von da hat man etwa noch 12 Meilen auf dem *Rio Chagres* zu machen, bis man das Antillenmeer erreicht. Kürzer würde indess die Eisenbahn, wenn man sie von dem Zusammenfluss jener beiden Ströme nach Chorrera führte.

in das andere gelangt. Hier haben wir also eine seit dem Jahre 1788 bestehende innere Schifffahrt, von der man bisher in Europa nichts gewußt hat.

8) Unter 10° südlicher Breite, zwei bis drei Tage-reisen von *Lima*, gelangt man zu den Ufern des *Gual-laga-* (oder *Huallaga-*) Flusses, durch welchen man, ohne Umschiffung des Cap Horn, nach der Küste von Grand Para in Brasilien gelangen könnte. Die Quellen des *Rio Huanuco*, welcher in den Rio Guallaga fließt, sind bei Cinche nur vier oder fünf Lieues von den Quellen des sich in die Südsee ergießenden Rio Huaura entfernt. Selbst der *Rio Xauxa*, Nebenfluß des *Apurimac* oder *Ucayale*, entspringt bei Jauli, in geringer Entfernung von den Quellen des *Rio Rimac*, welcher durch die Stadt Lima fließt. Die Höhe der peruanischen Cordille-ren und die Beschaffenheit des Bodens machen hier zwar die Anlegung eines Kanals unmöglich; allein die Erbauung einer bequemen Landstrafse, von der Hauptstadt Peru's bis zum Rio Huanuco, würde den Transport der Waa-ren nach Europa erleichtern, da sie durch die großen Ströme Ucayale und Guallaga leicht in sechs Wochen nach der Mündung des Amazonenflusses geführt werden können, während man, bei Umschiffung des Cap-Horn, vier Monate gebraucht, um dorthin zu gelangen.

9) Endlich ist auch vielleicht zwischen dem Golf S. George, am atlantischen Meere unter 45° und 47° südlicher Breite, und dem *Estero de Aysen*, unter 45° 28' südlicher Breite am stillen Meer, eine Verbindung möglich; wenigstens hat die spanische Regierung sich bereits im J. 1793 Hoffnung darauf gemacht, da sie da-mals den Hrn. Moraleda eigends in dieser Absicht zur Untersuchung der Südküste von Chili aussandte. Die beiden Meerbusen bleiben indess noch um 88 Lieues von einander entfernt. Uebrigens hat man in Europa schon im J. 1746 eine Communication zwischen der Bai St. Julien (50° 53' S.Br.) und dem stillen Meere vermuthet.

Es war hier nur die Absicht, die Linien, durch welche eine Verbindung zwischen den beiden großen Océanen möglich ist, nahmhaf zu machen. Wer weitere Belehrung über diesen so interessanten Gegenstand sucht, findet sie in dem mehrmals genannten Werke des Hrn. von Humboldt.

Wiewohl es in der Natur der Sache liegt, daß Meere, die in offner Verbindung mit einander stehen, keine große Niveaudifferenz zeigen können, so scheinen doch geringe Unterschiede, wie der, welcher nach Hrn. Lloyd's Nivellement zwischen dem stillen und atlantischen Océane stattfindet, durch Strömungen und Winde herbeigeführt, nicht gar selten zu seyn. Einen Beleg dazu liefert die folgende Angabe, die ich einem meiner Freunde verdanke.

»Der Caledonische Kanal, durch das große Thal des schottischen Hochgebirges geführt, verbindet die Nordsee mit dem atlantischen Meere. Die Wasserscheide dieses Kanals bildet ein Gebirgssee, Loch Oich genannt. Im gewöhnlichen Sommer liegt der Spiegel desselben 94 Fufs engl. höher, als der gewöhnliche Fluthstand an der östlichen Kanalmündung bei Clachnacharry, unweit Invervefs am Loch Bealey, und nur 90 Fufs engl. höher, als der Fluthstand an der westlichen Kanalmündung bei Corpach, unfern Fort William. Es liegt mithin der gewöhnliche Fluthstand des atlantischen Meeres an der Westseite von Nord-Schottland 4 Fufs höher, als der entsprechende Spiegel der Nordsee an der Ostküste. Die Höhe der mittleren Fluthen wird zu 10 Fufs an beiden Punkten angegeben. Auf jeder Seite des Kanals von der Wasserscheide aus befinden sich 14 Schleusen, jede zu 8 F., zusammen eine Höhe von 112 F. gebend; der Ueberschuß dieser Höhe gegen die Niveau-Verschiedenheit des Wassertheilers und beider Meere wird auf die Ausgleichung der Veränderungen in dem Wasserstande mehrerer Gebirgsseen, welche der Kanal durchschneidet, und der Fluth und Ebbe der Meere verwendet.«

(P.)

IX. *Auszug aus den officiellen Verhandlungen über die in Frankreich vorgenommene Berichtigung des in Europa bisher allgemein üblichen Coupellationsverfahrens, um Silberlegirungen auf ihren Gehalt an feinem Silber zu probiren.*

(Ausgezogen von Hrn. Geheimenrath Frick) *).

Der französische Finanzminister Graf Chabrol wurde durch die Beschwerden der französischen Münzmeister, welche sich darüber beklagten, daß durch das bisherige Probirverfahren, mittelst der Coupellation, die Gehalte der von ihnen geprägten Münzsorten nicht richtig angegeben würden, veranlaßt, unterm 18. November 1829 eine Specialcommission zur Prüfung dieser Beschwerden niederzusetzen.

Die Commission bestand, unter dem Vorsitz des Grafen Chaptal, aus dem Staatsrath Freville, den Akademikern Thénard, Vauquelin (nach seinem Ableben Dulong) und Gay-Lussac, aus dem Professor der Oeconomie industrielle Say, aus dem Maître des requêtes Masson und aus dem Pariser Banquier Benoit Fould. Sie erhielt den Auftrag, das bisher im Laboratorium der Münzen zu Paris übliche Verfahren, Silber zu probiren, zu prüfen, Abänderungen, die bei diesem Verfahren nützlich werden dürften, anzugeben, und sich über die Folgen zu äußern, die eine neue Probirmethode auf die Handelsverhältnisse Frankreichs haben könnte.

Die Commission ließ nun Silberlegirungen von ver-

*) Von demselben Verfasser wird in einem der nächsten Hefte der *Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen* eine ausführliche Uebersetzung dieser Abhandlung erscheinen.

schiedenen Gehalten, die mit großer Sorgfalt auf synthetischem Wege aus chemisch reinem Silber und Kupfer erzielt waren, deren Gehalte man also genau kannte durch die Pariser Münzwardeine, durch die Pariser Wardeine für den Handelsstand, durch die in den größeren Städten Frankreichs angestellten Wardeine für die Stempelungsämter, und durch die Wardeine der vorzüglichsten Münzstätten Europa's, zu verschiedenen Malen auf die bisher übliche Weise probiren. — Sie erhielt dadurch die Ueberzeugung:

1) Dafs wenn man das feine Silber zu einem Gehalt von $\frac{1000}{10000}$ annimmt, bei einem Gehalt von $\frac{900}{10000}$, welchen die französischen Silbermünzen enthalten sollen, die bisherigen Silberproben den Gehalt mit einem Verlust von $\frac{4 \text{ bis } 5}{1000}$, also nur zu $\frac{895 \text{ bis } 896}{1000}$ angeben.

2) Dafs der Gehalt des feinen Silbers zu $\frac{1000}{10000}$ durch das bisherige Probirverfahren nur beinah richtig herausgebracht wird; dafs bei diesem Silber der Gehaltsverlust durch das Coupellationsverfahren kein volles Tausendtheil beträgt, dafs der Gehaltsverlust aber bei Legirungen von $\frac{950}{10000}$ bis $\frac{500}{10000}$ auf $\frac{5}{10000}$ steigt, dafs er von da ab bis zu Legirungen von $\frac{100}{10000}$ sich wieder vermindert und bei der letztgenannten beinah Null ist.

3) Dafs durch das bisherige Coupellationsverfahren die Gehalte im Allgemeinen zu gering angegeben werden.

4) Dafs das Coupellationsverfahren sehr ungleich ausgeübt wird, indem die Gehalte, die die verschiedenen Wardeine angeben, höchst selten übereinstimmen, ja dafs selbst wiederholte Proben ein und desselben Wardeins selten gleiche Ergebnisse geben.

5) Dafs die Differenzen der Gehaltsangaben im Auslande noch weit größer, als in Frankreich sind; dafs zum Beispiel eine Legirung, die $\frac{900}{10000}$ fein Silber enthält, durch die Pariser Münzwardeine zu einem Gehalt von $\frac{895}{10000}$, durch den Wiener Münzwardein zu einem Gehalt von

$\frac{898}{1000}$, durch den Münzwardein in Madrid zu einem Gehalt von $\frac{893}{1000}$, und durch den Münzwardein in Neapel zu einem Gehalt von $\frac{891}{1000}$ angegeben wird.

6) Dafs diese Differenzen der Gehaltsangaben grösstentheils in der Ausübung des Coupellationsverfahrens, welche bei jedem Wardein anders ist, ihren Grund haben.

7) Dafs die Verluste, welche die Proben gegen den wahren Gehalt einer Legirung angeben, dadurch vermieden werden können, wenn ein jeder Wardein sich für sein Probirverfahren Berichtigungstabellen entwirft. — Er hat sich zu diesem Zweck genaue richtige Legirungen nach verschiedenen Gehalten aus reinem Silber und Kupfer auf synthetischem Wege zu bereiten, und diese auf seine Weise durch die Coupellation zu prüfen. — Die Differenzen zwischen dem Gehalt, den die Proben geben, und dem bekannten wirklichen Gehalt dieser Legirungen, sind den Gehalten, die die Proben von einer unbekannten Legirung angeben, wieder zuzurechnen. — Zum Beispiel: Er habe eine synthetisch richtig zusammengesetzte Legirung von $\frac{900}{1000}$ fein Silber und $\frac{100}{1000}$ Kupfer probirt, und durch die ihm eigenthümliche Ausübung des Coupellationsverfahrens nur einen Gehalt von $\frac{895}{1000}$ gefunden, so wird er, wenn er in der Folge den Gehalt einer unbekannten Legirung durch die Probe zu $\frac{895}{1000}$ gefunden hat, $\frac{5}{1000}$ zu rechnen, und einen Gehalt von $\frac{900}{1000}$ angeben müssen.

8) Dafs aber auch dieses Probirverfahren unsicher ist, weil der Wardein vielleicht nicht immer ein Mal wie das andere arbeitet, seine Proben zum Beispiel bald heifser, bald kälter abtreibt, und dadurch Differenzen entstehen können, die die Berichtigungstabellen nicht ausgleichen.

Die Specialcommission schlug daher vor, ein neues Probirverfahren, das sogenannte Probirverfahren auf dem nassen Wege, welches ein Mitglied der Commission, Hr. Gay-Lussac, entdeckt, schon seit längerer Zeit angewendet und höchst genau gefunden hatte, für die Folge zu benutzen.

Das Verfahren selbst ist sehr einfach, wird leicht erlernt, und verlangt nur die Fertigkeit, genau wiegen und messen zu können.

Es begründet sich auf die Eigenschaft des Silbers, daß wenn es in Salpetersäure aufgelöst ist, es durch eine Auflösung von Kochsalz oder durch Chlorwasserstoffsäure zu unauflöslichem Chlorsilber niedergeschlagen wird. Aber anstatt das Gewicht des Chlorsilbers zu bestimmen (welches Verfahren hinsichtlich des richtigen Trocknens des Niederschlags nicht allein viel zu lang, sondern auch viel zu unsicher seyn würde), so bestimmt man das Gewicht der Kochsalzauflösung, die zum Niederschlag nöthig gewesen ist. Man bereitet sich zu diesem Zweck eine Flüssigkeit aus Kochsalz und Wasser (oder aus Hydrochlorsäure und Wasser) in solchen Verhältnissen, daß 100 Grammen der Flüssigkeit vollständig und genau zwei Grammen reines Silber (das heißt von einem Gehalt von $\frac{10000}{10000}$), die in Salpetersäure aufgelöst sind, niederschlagen. Eine so bereitete Flüssigkeit giebt unmittelbar den wahren Silbergehalt jeder Legirung von Silber und Kupfer durch das Gewicht an, das man davon verbraucht, um zwei Grammen der Legirung, die in Salpetersäure aufgelöst sind, niederzuschlagen. Wenn zum Beispiel 90,5 Grammen der Flüssigkeit nöthig sind, um die zwei aufgelösten Grammen der Legirung niederzuschlagen, so ist der Gehalt der letzteren an feinem Silber $\frac{90.5}{10000}$. Die Beendigung der Arbeit ist sehr bestimmt am Aufhören der Trübung zu bemerken, die, so lange noch $\frac{0.5}{1000}$ fein Silber in der Auflösung ist, durch das Zugießen der Kochsalzauflösung in der Silberauflösung entsteht. Die Arbeit selbst dauert nicht lange, und in geübten Händen kaum länger als das Abtreiben (Coupelliren). Vor der letztgedachten Arbeit hat sie den Vorzug, daß sie von Jedermann leichter auszuführen ist, und nicht einer so langen Zeit bedarf, um erlernt zu werden. Ganz besonders nützlich wird sie
aber

aber Denjenigen, die täglich nur wenige Proben zu machen haben, und dabei an Zeit und Kosten ersparen werden. Endlich sind die Gehaltsangaben dieses Verfahrens sehr sicher, und man kann bei dessen Anwendung verlangen, daß der Gehalt bis auf ein halbes Tausendtheil richtig angegeben werde.

Hinsichtlich der Zweckmäßigkeit und Anwendbarkeit dieses Verfahrens für die Zukunft war die Specialcommission völlig einstimmiger Meinung; hinsichtlich der Folgen ihrer allgemeinen Einführung auf die Handelsinteressen Frankreichs, glaubte jedoch nur die Mehrheit der Commission, daß sie nicht nachtheilig seyn würden.

Die Münzcommission, unter dem Vorsitz des Grafen von Sussy, das Bureau de commerce et des colonies, unter dem Vorsitz des Grafen Beugnot, berichteten später einstimmig zum Vortheil des neuen Probirverfahrens, so wie hinsichtlich der Unschädlichkeit der Einführung auf die inneren und äußeren Handelsverhältnisse Frankreichs.

Auf den Antrag des Finanzministers Montbel erschienen nun unterm 6. Juni 1830 eine Ordonnanz von Karl X., welche bestimmte:

- 1) Daß jeder Wardein für die von ihm angegebenen Gehalte verantwortlich sey, ihm aber die Wahl des Verfahrens, nach welchem er sie bestimmen will, überlassen bleibe.
- 2) Daß alle nach dem Gesetz vom 9. Brumaire des Jahres 6 in der Pariser Münze zu machende Gegenproben von Barrensilber und Silberwaaren für den Handel nur auf dem nassen Wege zu machen seyen.
- 3) Daß Proben und Gegenproben über den Gehalt der in den Königl. Münzstätten ausgeprägten Münzsorten ebenfalls nur auf dem nassen Wege gemacht werden sollen. — Daß es der Münzcommission in einzelnen Fällen zwar freistehen solle, das alte Verfahren mit Benutzung der Berichtigungs-

tafeln beim Probiren des Silbergeldes beizubehalten, dafs aber, sobald die Proben die Gehalte höher oder niedriger, als es die gesetzliche Bestimmung erlaubt, angeben, die Verification immer auf dem nassen Wege geschehen müsse.

Die Herren. Gay-Lussac und d'Arcet sind übrigens vom Finanzminister aufgefordert worden, sobald als möglich, ein neues Handbuch der Probirkunst herauszugeben, worin das neue Verfahren, auf dem nassen Wege zu probiren, mit allen später aufgefundenen Hilfsmitteln und Erleichterungen ausführlich und genau beschrieben ist.

Zusatz. Nach dem Druck der officiellen Verhandlungen, aus welchen so eben ein Auszug mitgetheilt worden ist, hat Hr. Gay-Lussac das Probir-Verfahren auf nassem Wege noch mehr verbessert, und so vereinfacht, dafs jeder Unerfahrene es leicht und mit Sicherheit ausüben kann. Nach diesem einfacheren Verfahren ist nur *eine* Wägung nöthig, die des zu prüfenden Silbers. Diefs wird in einer Flasche mit eingeriebenem Stöpsel in Salpetersäure aufgelöst und durch eine Kochsalzlösung von bestimmter Stärke, die man in einer graduirten Pipette abmifst, gefällt. Durch starkes Umschütteln der Flüssigkeit in der Flasche ballt sich das Chlorsilber so zusammen und setzt sich so gut ab, dafs die darüberstehende Flüssigkeit schnell klar wird. Man setzt dann durch eine andere Pipette ein Maafs einer schwächeren Kochsalzauflösung von bestimmter Stärke hinzu, um sich durch eine neue Trübung zu überzeugen, ob alles Silber gefällt worden oder nicht. Hat man im Anfange zu viel Kochsalzauflösung hinzugesetzt, so kann man die Wirkung von einem oder mehreren Maafsen derselben durch eine gehörige Zahl von Maafsen einer Auflösung von salpeter-

saurem Silberoxyd von entsprechender Stärke wieder aufheben. Richtet man das Gewicht der zu prüfenden Legirung so ein, daß der darin enthaltene wahrscheinliche Silbergehalt durch die mittelst der Pipette abgemessene Kochsalzlösung gefällt wird, was sehr leicht aus einer zu diesem Zweck berechneten Tafel zu ersehen ist, so giebt, wenn zehn Proben auf einmal geprüft werden, dieß Verfahren in weit kürzerer Zeit bestimmte Resultate, als die Cupellation. Jeder, der die vielen von Hrn. Gay-Lussac scharfsinnig erdachten kleinen Handgriffe bei Ausübung dieses Verfahrens auf dem *Bureau de Garantie* gesehen hat, wo dieß Verfahren die Cupellation schon seit einiger Zeit ganz verdrängt hat, muß den Wunsch fühlen, daß Derselbe sie recht bald in den *Annales de chimie et de physique*, noch vor der Herausgabe seines Handbuchs der Probirkunst, umständlich beschreiben möge.

H. R.

XI. *Ueber die Verbindungen des Ammoniaks mit wasserfreien Salzen; von Heinrich Rose.*

Das Ammoniak wird im trocknen Zustande von vielen Substanzen aufgenommen; es verhält sich indessen in diesen Verbindungen auf eine andere Weise wie in den wasserhaltigen Salzen, die es mit Sauerstoffsäuren bildet. Es verbindet sich mit vielen wasserfreien Salzen, mit flüchtigen Chlormetallen und mit trocknen Sauerstoffsäuren. In dieser Abhandlung soll nur von den Verbindungen des Ammoniaks mit wasserfreien Salzen geredet werden, von denen ich so viele dargestellt und untersucht habe, als mir nöthig schien, um die Gesetze kennen zu lernen, nach welchen es sich mit denselben verbindet.

Das Verfahren, um die Verbindungen des Ammoniaks mit wasserfreien Salzen darzustellen, ist zwar ganz

einfach, doch erfordert es sehr viel Zeit. Das Ammoniakgas wurde zuerst durch ein Gefäß geleitet, das mit Aetzkali angefüllt war, und aus diesem trat es noch in eine Röhre, die ebenfalls Aetzkali in groben Stücken enthielt, ehe es über das wasserfreie gewogene Salz strömen konnte. Ueber dieses wurde es dann so lange geleitet, bis sich bei wiederholter Wägung keine Gewichtszunahme zeigte. Das Salz war in eine längliche Kugel gelegt, an welcher sich auf beiden Seiten lange Röhren von engem Durchmesser befanden, und war in diesem Apparate gegen den Zutritt der atmosphärischen Luft geschützt. Bei der Gewichtsbestimmung der Verbindung war der Apparat stets sorgfältig verkorkt. Hierdurch wurde indessen die Gewichtszunahme immer ein wenig geringer gefunden, als sie in der That betrug, da der Apparat vor dem Versuche mit atmosphärischer Luft, nach dem Versuche hingegen mit Ammoniakgas angefüllt war. Die Behandlung des Salzes mit Ammoniak geschah gewöhnlich nur in der Kälte; und wenn eine Erhitzung dabei entstand, so wurde nur ein langsamer Strom von Ammoniakgas über die Verbindung geleitet. Das Ammoniak wurde im Anfange gewöhnlich sehr schnell, und später sehr langsam von den Salzen absorbirt, so daß selbst bei solchen Substanzen, welche das Ammoniak mit großer Begierde aufnahmen, dennoch der Versuch oft zwei Tage hinter einander fortgesetzt werden mußte, ehe bei wiederholten Wägungen keine Gewichtszunahme gefunden wurde.

Verbindungen von schwefelsauren Salzen mit Ammoniak.

Schwefelsaures Manganoxydul-Ammoniak. Wasserfreies schwefelsaures Manganoxydul absorbirt das Ammoniak sehr allmählig, weshalb auch keine Erhitzung dabei stattfindet. Das Salz zerfällt dabei zu einem Pulver

von ganz weißer Farbe, das jedoch, wenn es in einer geschmolzenen Glasröhre aufbewahrt wird, nach sehr langer Zeit eine bräunliche Farbe annimmt. 0,751 Grm. des Salzes nahmen 0,328 Grm. Ammoniak auf, oder 100 Th. 43,68 Theile Ammoniak. Wird nach den neusten Bestimmungen das Atomengewicht des Mangans zu 345,9 angenommen (Jahresbericht von Berzelius für 1828, S. 126.), so stimmt dieß mit einem Verhältnisse von einem Atom schwefelsauren Manganoxydul mit vier Atomen (NH^3) oder zwei Doppelatomen Ammoniak überein. (Ein Doppelatom Ammoniak, NH^3 , entspricht einem Atom Kali.) Hiernach würden 100 Th. des Salzes 45,30 Theile Ammoniak aufnehmen. — Diese Verbindung verliert an der Luft, wie fast alle andere, von denen die Rede seyn wird, das Ammoniak. Wird sie in Wasser aufgelöst, so scheidet sich Manganoxydul ab, das sehr bald braun wird. Beim Glühen verliert die Verbindung das Ammoniak, während sie ganz weiß wird, wenn sie auch vorher bräunlich gewesen ist, und löst sich dann vollständig im Wasser auf. In dieser Hinsicht verhält sie sich anders als die meisten der folgenden Verbindungen, die durch Erhitzung eine theilweise Zersetzung erleiden.

Schwefelsaures Zinkoxyd-Ammoniak. Das wasserfreie schwefelsaure Zinkoxyd nimmt das Ammoniak sehr begierig und unter starker Wärmeentwicklung auf. Es schwillt dabei zu einem weißen Pulver an. 0,410 Grm. des wasserfreien Salzes absorbirten 0,210 Grm. Ammoniak, oder 100 Th. des ersteren 51,22 Th. des letzteren. Dieß sind 5 einfache Atome Ammoniak gegen 1 Atom des schwefelsauren Salzes, nach welchem Verhältnisse der Berechnung nach 100 Th. des Salzes 53,37 Th. Ammoniak aufnehmen. — In Wasser löst sich diese Verbindung nicht vollständig, sondern mit Zurücklassung von Zinkoxyd auf. Wird sie geglüht, so fängt sie an zu kochen, indem sich Ammoniak, aber keine sichtbare Spur

von Wasser entwickelt, und es bildet sich eine geringe Menge eines Sublimats von schwefellichtsaurem Ammoniak; der Rückstand ist dann im Wasser nicht vollständig mehr löslich.

Schwefelsaures Kupferoxyd-Ammoniak. Das wasserfreie schwefelsaure Kupferoxyd absorbirt mit großer Heftigkeit das Ammoniak; die fast weisse Farbe desselben verwandelt sich in kurzer Zeit in die blaue Farbe, welche dem auf nassem Wege bereiteten schwefelsauren Kupferoxyd-Ammoniak eigenthümlich ist. Es findet dabei eine starke Erhitzung statt, und das Volum des Salzes vergrößert sich außerordentlich. 0,541 Grm. des Salzes nahmen 0,292 Grm. Ammoniak auf, oder 100 Th. des Salzes 53,97 Th.; in einem zweiten Versuche absorbirten 0,547 Grm. des Salzes 0,291 Grm. Ammoniak, oder 100 Theile des ersteren 53,20 Th. des letzteren. Diefs sind gegen 1 Atom des wasserfreien Salzes 5 Atome Ammoniak; der Berechnung nach würden dann 100 Th. des Salzes 53,77 Th. Ammoniak aufnehmen. Das wasserfreie schwefelsaure Kupferoxyd, dessen Farbe fast weifs ist, erhält also durch Absorption von Ammoniak eine blaue Farbe, wie durch Wasser, nur sind die Nüancen der blauen Farbe in beiden Fällen verschieden. Ein analoges Verhalten findet bei andern Verbindungen, von denen weiter unten die Rede seyn wird, nicht statt. — Die Verbindung löst sich vollständig im Wasser mit der blauen Farbe auf, welche den Kupferoxydauflösungen eigenthümlich ist, wenn sie mit einem Ueberschufs von Ammoniak versetzt werden. Wird die Verbindung mäfsig geglüht, so schmilzt sie unter Entwicklung von vielem Ammoniak; zugleich bildet sich dabei etwas Wasser und ein Sublimat von schwefellichtsaurem Ammoniak. Als Rückstand bleibt dann unzersetztes schwefelsaures Kupferoxyd, das mit vielem Kupfer gemengt ist, und daher braun aussieht.

Man erhält bekanntlich eine ähnliche Verbindung im

krystallisirten Zustände, wenn man schwefelsaures Kupferoxyd mit flüssigem Ammoniak behandelt. Sie enthält aber neben dem Ammoniak auch Wasser, und besteht, nach einer Untersuchung von Berzelius, aus 1 Atom schwefelsauren Kupferoxyds, vier einfachen oder zwei Doppel-Atomen Ammoniak und 1 Atom Wasser. In diesem Falle hat sich also das schwefelsaure Kupferoxyd zugleich mit Ammoniak und Wasser verbunden, und wenn man die Zusammensetzung dieser Verbindung mit der der wasserfreien vergleicht, so sieht man, dafs in ersterer statt 1 At. Wasser 1 einfaches Atom Ammoniak enthalten ist.

Schwefelsaures Nickeloxyd-Ammoniak. Das wasserfreie schwefelsaure Nickeloxyd absorbirt mit grofser Heftigkeit und unter starker Erhitzung das Ammoniak; es schwillt dabei zu einem weifsen Pulver an, das einen kleinen Stich in's Violette, aber durchaus nicht in's Grüne oder Blaue hat. Das Volumen vermehrt sich dabei sehr. Als ein nicht ganz wasserfreies Salz einem Strome von Ammoniakgas ausgesetzt wurde, so wurde aus demselben das Wasser ausgetrieben. Ob diefs eine Wirkung des Ammoniaks oder der erfolgten Erhitzung war, lasse ich unausgemacht. 0,481 Grammen des wasserfreien Salzes erhielten durch Ammoniak eine Gewichtsvermehrung von 0,317 Grm., oder 100 Th. des Salzes verbanden sich mit 65,91 Theilen Ammoniak; also 6 Atomen oder 3 Doppel-Atome vom Ammoniak mit 1 Atom des Salzes, denn nach diesem Verhältnisse würden sich 100 Theile desselben mit 66,27 Th. Ammoniak verbinden. — Die Verbindung löst sich im Wasser mit blauer Farbe, und mit Zurücklassung von grünem Nickeloxydhydrat auf. Mäfsig erhitzt giebt sie viel Ammoniak, es bildet sich dabei etwas schweflichtsaures Ammoniak und Wasser; das Salz wird bei plötzlicher Erhitzung an einigen Stellen schwarz, indem Nickel reducirt wird, aber nur dann, wenn noch nicht alles Ammoniak verjagt worden ist. Ist diefs

der Fall, so bleibt der Rückstand gelb. Löst man den Rückstand auf, so bleibt eine kleine Menge Nickel als schwarzes Pulver ungelöst zurück.

Schwefelsaures Kobaltoxyd-Ammoniak. Das wasserfreie schwefelsaure Kobaltoxyd nimmt ebenfalls unter starker Erwärmung Ammoniak auf. Es nimmt dabei an Volumen ganz außerordentlich zu, und schwillt zu einem weissen Pulver an, das nur einen sehr kleinen Stich in's Röthliche hat. 0,543 Grm. des Salzes verbanden sich dabei mit 0,361 Grm. Ammoniak, also 100 Th. mit 66,48 Theilen Ammoniak. Diefs entspricht ebenfalls einer Verbindung von 1 Atom des Salzes mit 6 Atomen oder 3 Doppel-Atomen Ammoniak; denn dieser Berechnung zufolge müßten sich 100 Th. des Salzes mit 66,33 Th. Ammoniak verbinden. — Die Verbindung löst sich im Wasser mit röthlicher Farbe und mit Zurücklassung von grünem Kobaltoxydhydrat auf. Mälsig geglüht schmilzt sie, wird blau, giebt viel Ammoniak und einen geringen Sublimat von schweflichtsaurem Ammoniak.

Schwefelsaures Cadmiumoxyd-Ammoniak. Auch das wasserfreie Cadmiumoxyd absorbirt unter starker Erhitzung und Vergrößerung des Volums das Ammoniak; es schwillt dabei zu einem weissen Pulver an. 0,723 Grm. des Salzes nahmen 0,352 Grm. Ammoniak auf, oder 100 Theile des ersteren 48,69 Th. Ammoniak. Auch diese Verbindung besteht daher aus 1 Atom des schwefelsauren Salzes und 6 Atomen oder 3 Doppel-Atomen Ammoniak, denn in dieser würden 100 Th. des Salzes mit 49,56 Th. Ammoniak verbunden seyn. — Die Verbindung löst sich nicht klar, sondern mit Hinterlassung von Cadmiumoxyd auf. Mälsig geglüht giebt sie viel Ammoniak und nur einen sehr geringen Sublimat von schweflichtsaurem Ammoniak ab.

Schwefelsaures Silberoxyd-Ammoniak. Das schwefelsaure Silberoxyd nimmt nur sehr langsam das Ammoniak auf; es entsteht dabei eine kaum zu bemerkende

Erwärmung. Die Verbindung bildet ein weißes Pulver. 0,770 Grm. des Salzes nahmen nur 0,091 Th. Ammoniak auf, oder 100 Th. nur 11,82 Th. In einer Verbindung von 1 Atom des Salzes mit zwei Atomen oder einem Doppel-Atom Ammoniak würden 100 Th. des Salzes 10,99 Theile aufgenommen haben. — Die Verbindung löst sich vollständig im Wasser auf. Wird sie mäßig erhitzt, so entweicht aus ihr das Ammoniak, und zugleich sublimirt etwas schweflichtsaures Ammoniak. — Eine Verbindung von schwefelsaurem Silberoxyd mit noch einmal so viel Ammoniak, als die hier beschriebene, hat C. G. Mitscherlich auf nassem Wege dargestellt (diese Annalen, Bd. 9. S. 413.).

Verbindungen von salpetersauren Salzen mit Ammoniak.

Salpetersaures Silberoxyd-Ammoniak. Wird über salpetersaures Silberoxyd Ammoniakgas geleitet, so ist die Einwirkung sehr heftig; es entsteht gleich im Anfange eine solche Erhitzung, daß das Salz schmilzt; später entsteht dann eine weiße Masse, die zusammenhängend ist, und kein Pulver, wie die andern hier beschriebenen Verbindungen, bildet. 1,012 Grm. vom salpetersauren Silberoxyd nahmen 0,298 Grm. Ammoniak auf, oder 100 Theile des Salzes 29,55 Th. Ammoniak. Diese Verbindung besteht aus einem Atom des Salzes mit 6 Atomen oder 3 Doppel-Atomen Ammoniak, denn der Berechnung nach würde diese aus 100 Th. des Salzes mit 30,21 Th. Ammoniak bestehen. — Sie löst sich vollständig im Wasser auf. Wird sie erhitzt, so entweicht zuerst das Ammoniak, und dann wird das Salz durch die Hitze auf die bekannte Weise zersetzt. — Mitscherlich d. J. hat auf nassem Wege eine ähnliche Verbindung, nur mit einem geringeren Ammoniakgehalt, dargestellt (diese Ann. Bd. 9. S. 413.).

Von den Salzen, welche ich im wasserfreien Zustande mit Ammoniak zu verbinden suchte, nehmen folgende nichts davon auf: schwefelsaure Talkerde, salpetersaures Natron, salpetersaure Baryterde, phosphorsaures Kupferoxyd, und zweifach chromsaures Kali, welches letztere ich wegen des Ueberschusses der Säure wählte.

Verbindungen von Chlormetallen mit Ammoniak.

Von den Verbindungen des Chlors mit den Metallen, deren Oxyde Basen bilden, verhalten sich viele hinsichtlich ihres Verhaltens gegen Ammoniak gerade wie Sauerstoffsalze gegen dasselbe, weshalb sie hier füglich angeführt werden können.

Calciumchlorid - Ammoniak. Vom Calciumchlorid war es schon seit sehr langer Zeit bekannt, daß es begierig das Ammoniakgas absorbire. Das geschmolzene Chlormetall nimmt zwar dasselbe schnell auf, aber es dauert sehr lange, bis die Absorption vollendet ist. Die Stücke des Salzes zerfallen dabei zu einem weissen Mehle, dessen Volum das des Salzes wohl um das 20fache übersteigt. Um 0,997 Grm. des Salzes mit Ammoniak vollständig zu sättigen, mußte das Gas zwei volle Tage hindurch darüber geleitet werden; es wurden 1,186 Grm. Ammoniak aufgenommen, oder 100 Th. des Salzes verbanden sich mit 118,96 Th. Ammoniak. Diefs entspricht einer Verbindung von 1 Atom des Salzes mit 8 Atomen oder 4 Doppel-Atomen Ammoniak, in welcher der Berechnung nach sich 100 Th. Chlorcalcium mit 122,80 Th. Ammoniak verbinden. — Die Verbindung löst sich vollständig im Wasser auf. Bei mäßiger Hitze verliert die Verbindung den Ammoniakgehalt vollständig.

Strontiumchlorid - Ammoniak. Das Strontiumchlorid absorbirt im wasserfreien Zustande das Ammoniakgas eben so begierig, wie das Calciumchlorid; es wird dadurch ein

weißes, lockeres Pulver von sehr großem Volum gebildet. 0,783 Grm. des Salzes verbanden sich mit 0,662 Grm. Ammoniak, oder 100 Th. des ersteren mit 84,52 Th. des letzteren. Diefes entspricht ebenfalls einer Verbindung von einem Atome des Salzes mit 8 Atomen oder 4 Doppel-Atomen Ammoniak, in welcher 100 Th. Strontiumchlorid sich mit 86,68 Th. Ammoniak verbinden würden. — Bei Erhitzung verliert diese Verbindung das Ammoniak.

Kupferchlorid-Ammoniak. Das Kupferchlorid absorbirt zwar sehr begierig das Ammoniak, aber wie beim Calciumchlorid dauert es sehr lange, ehe das Salz damit vollständig gesättigt ist. Das braune Chlorid wird sehr bald schön blau, von derselben Nüance, wie das schwefelsaure Kupferoxyd-Ammoniak, und das Volum wird außerordentlich vergrößert. 2,357 Grm. des Salzes nahmen 1,737 Grm. Ammoniak auf, oder 100 Th. des ersteren 73,70 Th. des Gases. In einer Verbindung von 1 Atom Kupferchlorid mit 6 Atomen oder 3 Doppel-Atomen Ammoniak sind 100 Th. des Salzes mit 76,74 Theilen Ammoniak verbunden. — Die Verbindung löst sich vollkommen klar zu einer blauen Flüssigkeit im Wasser auf. Der Luft ausgesetzt, wird sie, während sie Ammoniak verliert, grün. Erhitzt, wird sie zuerst grün, während sie Ammoniak giebt, dann schmilzt sie und wird braun; es sublimirt sich dabei Chlorwasserstoff-Ammoniak. Wenn die Ammoniakentwicklung aufhört, besteht der Rückstand aus geschmolzenem Kupferchlorür.

Nickelchlorid-Ammoniak. Das trockne Nickelchlorid schwillt stark auf, wenn Ammoniakgas darauf geleitet wird. Es bildet dann unter Erhitzung ein Pulver von sehr großem Volum, und von fast rein weißer Farbe, bei welcher kaum ein schwacher Stich in's Violette zu bemerken ist. 0,306 Grm. des Salzes absorbirten 0,229 Grm. Ammoniak, oder 100 Theile 74,84 Th. des Gases. Diese Verbindung entspricht, wie die vorhergehende, einer Zusammensetzung von 1 Atom des Chlormetall

mit 6 Atomen oder 3 Doppel-Atomen Ammoniak, denn in dieser würden 100 Th. mit 79,20 Th. Ammoniak verbunden seyn. — In Wasser löste sich diese Verbindung nicht vollständig auf; sie gab damit eine bläuliche Flüssigkeit und liefs grünes Nickeloxydhydrat unaufgelöst zurück. Geglüht verlor sie Ammoniak. Zuletzt bildet sich etwas Chlorwasserstoff-Ammoniak, deshalb aber auch reducirte sich etwas Nickel.

Das Nickelchlorid, das zu diesem Versuche angewandt worden war, wurde auf die Weise bereitet, dafs trocknes Chlorgas über fein zertheiltes metallisches Nickel geleitet wurde. Es fand dabei eine sehr lebhaftes Feuererscheinung statt; das gebildete Nickelchlorid bildete gelbe krystallinische Schuppen, welche dem Musivgold ähnlich waren, und sich wie dieses, zwischen den Fingern gestrichen, weich und talkartig anfühlen liefsen. Im Anfange schien es ganz unauflöslich im Wasser zu seyn, ward es aber längere Zeit der Luft ausgesetzt, so wurde es grün, und dann löste es sich im Wasser auf.

Kobaltchlorid-Ammoniak. Auch das trockne Kobaltchlorid nimmt sehr begierig und unter Erwärmung das Ammoniak auf; die blaue Farbe desselben verschwindet ganz, es bildet sich ein voluminöses weisses Pulver, das einen nur sehr schwachen Stich in's Röthliche hat. 0,473 Grammen des Kobaltchlorids nahmen 0,248 Grm. Ammoniak auf, oder 100 Th. des Chlorids 52,43 Th. des Gases, was einer Verbindung von 1 Atom des Salzes mit 4 Atomen oder zwei Doppel-Atomen Ammoniak entspricht, in welcher sich 100 Theile Kobaltchlorid mit 52,84 Th. Ammoniak verbinden. — Mit etwas Wasser übergossen wird diese Verbindung sogleich grün; mehr Wasser bildet eine rothbraune Flüssigkeit und ein grünes Kobaltoxyd bleibt dabei ungelöst. Geglüht läfst diese Verbindung viel Ammoniakgas entweichen, es bildet sich etwas Chlorwasserstoff-Ammoniak und etwas Wasser;

sie wird blau und löst sich im Wasser nicht vollständig mehr auf.

Das Kobaltchlorid, das zur Darstellung dieser Verbindung angewandt wurde, war bereitet worden, indem Chlorgas über fein zertheiltes metallisches Kobalt geleitet worden war; es wurden dadurch blaue Krystallschuppen erzeugt, und es zeigte sich dabei eine Feuererscheinung.

Bleichlorid-Ammoniak. Das Bleichlorid nimmt äußerst langsam eine geringe Menge von Ammoniak auf. Es verliert dabei nicht seine weißse Farbe, und nimmt nur wenig an Volum zu. Nach sehr langem Darüberleiten des Ammoniakgases nahmen 1,515 Grm. Bleichlorid nur 0,141 Grm. Ammoniak auf, oder 100 Th. Bleichlorid 9,31 Th. des Gases, welche es durch Erhitzung leicht wieder verliert. Diefs entspricht einer Verbindung von 1 Atom des Chlormetallcs mit $1\frac{1}{2}$ Atomen oder $\frac{3}{4}$ Doppel-Atomen Ammoniak, in welcher 100 Th. des Salzes sich mit 9,27 Th. Ammoniak verbinden würden.

Silberchlorid-Ammoniak. Im geschmolzenen Zustand scheint das Silberchlorid nur eine höchst unbedeutende Menge von Ammoniakgas zu absorbiren. Aber auch im ungeschmolzenen trocknen Zustande absorbirt das Silberchlorid dasselbe sehr langsam ohne merkliche Erwärmung, unter sehr geringer Volumvermehrung und ohne sonst eine sichtbare Veränderung zu erleiden. In einem Versuche absorbirten 1,2275 Grm. 0,2125 Grm. Ammoniak; in einem andern Versuche 0,642 Grm. Silberchlorid 0,115 Grammen Ammoniak, oder 100 Th. Silberchlorid nahmen nach dem ersten Versuche 17,31 Th., nach dem zweiten 17,91 Th. Ammoniak auf. Diefs entspricht einer Verbindung von 1 At. Silberchlorid mit 3 At. oder $1\frac{1}{2}$ Doppel-Atomen Ammoniak, in welcher 100 Th. des Chlormetalls sich mit 17,92 Th. Ammoniak verbinden würden. Wurde die Verbindung geschmolzen, so verlor sie alles Ammoniak.

Quecksilberchlorür-Ammoniak. Das Quecksilberchlorür wird durch die Einwirkung des Ammoniakgases schwarz; durch sehr geringe Erhitzung verschwindet indessen die schwarze Farbe, während Ammoniak entweicht; es bleibt daher reines unverändertes Quecksilberchlorür zurück. Auch durch längeres Liegen an der Luft wird die Verbindung wieder weiß, indem das Ammoniak vollständig entweicht, doch bleibt sie längere Zeit erst hellgrau, und es dauert bei größeren Mengen einige Tage, ehe aus der Verbindung alles Ammoniak entfernt wird. Wird die schwarze Verbindung in einer Atmosphäre von Ammoniakgas sublimirt, so verliert sie vollständig in derselben das Ammoniak, und es sublimirt reines Quecksilberchlorür; nur nach ganz vollständigem Erkalten wird dasselbe wieder schwarz, wenn Ammoniakgas in hinreichender Menge zugeleitet wird. Auch durch Uebergießung mit Säuren, besonders mit Chlorwasserstoffsäure, wird die Verbindung durch Verlust des Ammoniaks weiß und in reines Chlorür verwandelt. Das durch Sublimation bereitete Quecksilberchlorür absorbt nur sehr wenig Ammoniak, ungeachtet es dadurch ganz schwarz wird; um eine vollständige Verbindung zu erhalten, mußte das auf nassem Wege bereitete Quecksilberchlorür angewandt werden. 1,382 Grm. davon nahmen 0,102 Grm. Ammoniak auf, oder 100 Th. des Chlorürs 7,38 Th. Ammoniak, was einer Verbindung von 1 Atom des Chlorürs mit 1 Atom oder einem $\frac{1}{2}$ Doppel-Atom Ammoniak entspricht, in welcher 100 Th. Quecksilberchlorür mit 7,21 Theilen Ammoniak verbunden sind.

Quecksilberchlorid-Ammoniak. In der Kälte absorbt das Quecksilberchlorid außerordentlich langsam das Ammoniak. 0,865 Grm. gepulvertes Quecksilberchlorid nahmen 0,050 Grm. Ammoniakgas auf, nachdem dasselbe während zweier Tage beständig darüber geleitet worden war; 100 Th. des Chlorids hatten sich also mit 5,78 Th. Ammoniak verbunden. Man erhält indessen die Verbin-

dung sehr schnell, wenn man das Quecksilberchlorid bei sehr gelinder Hitze in einer Atmosphäre von Ammoniakgas schmilzt, und es darin erkalten läßt. Die Verbindung unterschied sich im Aeußern nicht sehr vom Quecksilberchlorid; sie löste sich indessen nicht im Wasser auf. Wurde sie lange mit vielem Wasser gekocht, so wurde das Ungelöste gelblich, wie dieß auch der Fall bei der bekannten basischen ammoniakalischen Quecksilberchlorid-Verbindung der Fall ist; welche in den Apotheken weißes Präcipitat genannt wird, mit der die dargestellte in der Zusammensetzung Aehnlichkeit hat, nur dafs sie wasserfrei ist, und nur halb so viel Ammoniak, aber noch einmal so viel Chlor wie jene enthält. Mit einer Auflösung von Kali übergossen, wurde die Verbindung nicht roth, sondern nur, wie das weiße Präcipitat, schwach gelblich. Erhitzt schmolz sie und verflüchtigte sich in Tropfen, wie Quecksilberchlorid allein, und verlor dabei sehr wenig oder fast gar kein Ammoniak; nach dem Schmelzen verhielt sie sich gegen Wasser wie vor dem Schmelzen. Nur eine Auflösung von reinem Kali färbte sie im letzteren Falle im Anfange sehr schwach schwarz wegen einer sehr geringen Menge von gebildetem Quecksilberchlorür; aber bald darauf wurde sie dadurch gelblich. 2,408 Grm. der Verbindung wurden in der Kälte mit verdünnter Salpetersäure behandelt; da aber hierdurch keine klare Auflösung erfolgte, so wurde durch Schwefelwasserstoffgas das Quecksilber gefällt. Die vom Schwefelquecksilber abfiltrirte Flüssigkeit wurde, um allen freien Schwefelwasserstoff zu entfernen, mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd versetzt, und dann durch salpetersaure Silberoxydauflösung 2,368 Grm. Silberchlorid erhalten. Die Verbindung enthielt also auf 100 Theile Quecksilberchlorid 6,80 Th. Ammoniak oder 1 At. Quecksilberchlorid gegen 1 Atom oder $\frac{1}{2}$ Doppel-Atom Ammoniak. Der Berechnung nach enthält eine solche Verbindung auf 100 Th. Quecksilberchlorid 6,27 Th. Ammoniak.

Antimonchlorür-Ammoniak. Im festen Zustande absorbiert das Antimonchlorür schwer das Ammoniakgas; schmilzt man es aber in einer Atmosphäre von diesem Gase und läßt es darin erkalten, so erhält man leicht eine Verbindung von Antimonchlorür und Ammoniak. Sie ist ein fester, spröder Körper, der nicht leicht an der Luft zerfließt, wie das Antimonchlorür, wenn er auch sehr lange derselben ausgesetzt wird. Schwach erhitzt verliert er den Ammoniakgehalt gänzlich, schmilzt und verwandelt sich in reines Antimonchlorür. 1,675 Grm. der Verbindung wurden in Weinsteinsäure aufgelöst, die Auflösung mit Wasser verdünnt, und aus derselben durch Schwefelwasserstoffgas das Antimon gefällt; die vom Schwefelantimon abfiltrirte Flüssigkeit wurde erst mit einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd versetzt, und dann durch salpetersaure Silberoxydauflösung 2,833 Grm. Silberchlorid daraus erhalten. 100 Th. vom Antimonchlorür waren also mit 8,19 Th. Ammoniak verbunden, oder 1 Atom des Chlorürs mit 2 Atomen oder einem Doppel-Atom Ammoniak; der Berechnung nach müßten dann 100 Th. des Chlortürs mit 7,29 Th. Ammoniak verbunden seyn.

Von den Chlormetallen, welche ich im wasserfreien Zustande mit Ammoniak zu verbinden suchte, absorbiren Natriumchlorid und Baryumchlorid nichts davon.

Aehnlich den Chlormetallen gegen Ammoniak verhalten sich Brom- und Jod-, so wie auch Cyan-Metalle, von denen ich indessen nur sehr wenige hinsichtlich ihres Verhaltens zum Ammoniakgase geprüft habe.

Quecksilberbromid-Ammoniak. In der Kälte wird das Quecksilberbromid durch Ammoniak nicht sichtbar verändert; wird es indessen in einer Atmosphäre von Ammoniakgas bei gelinder Hitze geschmolzen, und läßt man es darin erkalten, so nimmt es, wie das Quecksilberchlorid, Ammoniak auf. Es wurde durch keine genaue Analyse ausgemittelt wie groß die Menge des absorbirten Am-

Ammoniaks war. 0,879 Grm. des Bromids erhielten eine Gewichtszunahme von 0,030 Grm.; da aber während des Schmelzens gewifs etwas vom Bromid sich verflüchtigt hatte, so kann das Resultat des Versuchs nicht genau seyn. Man kann indessen wohl annehmen, dafs die Verbindung der des Quecksilberchlorids mit Ammoniak analog zusammengesetzt ist, welcher sie in ihren Eigenschaften ähnelt. Bestände sie aus 1 Atom Bromid mit 1 At. oder $\frac{1}{2}$ Doppel-Atom Ammoniak, so würden 100 Theile des Bromids mit 4,78 Th. Ammoniak verbunden seyn; der Versuch gab nur 3,41 Th. Ammoniak gegen 100 Th. Bromid.

Quecksilberjodid-Ammoniak. Die rothe Farbe des Quecksilberjodids verwandelt sich bald durch Einwirkung des Ammoniakgases in eine schmutzigweisse, und als im Jodid gar keine rothe Punkte mehr zu sehen waren, erfolgte keine fernere Gewichtszunahme. 0,784 Grm. des Jodids nahmen 0,055 Grm. Ammoniak auf, oder 100 Th. des ersteren 7,01 Th. Ammoniak. Diefs entspricht einer Verbindung von 1 Atom des Jodids mit 2 Atomen oder 1 Doppel-Atom des Ammoniaks, in welcher 100 Theile des Jodids mit 7,54 Theile Ammoniak verbunden sind. Sie unterscheidet sich sehr von der Verbindung des Quecksilberchlorids mit Ammoniak, in welcher das Ammoniaks ehr fest gebunden ist, und selbst nicht einmal durch Erhitzung daraus vertrieben werden kann. Im Quecksilberjodid-Ammoniak indessen ist das Ammoniak noch weit loser gebunden, als im Quecksilberchlorür-Ammoniak; denn bringt man ersteres an die Luft, so erhält nach sehr wenigen Augenblicken das weisse Pulver an vielen Stellen rothe Punkte, und nach wenigen Stunden ist es vollkommen roth, und hat alles Ammoniak vollständig verloren.

Quecksilbercyanid-Ammoniak. Das Quecksilbercyanid nimmt das Ammoniak aufserordentlich langsam auf. Als 0,760 Grm. vom Cyanid nach sehr langer Behand-

lung mit Ammoniak 0,060 Grm. davon aufgenommen hatten, wurde der Versuch nicht länger fortgesetzt, weil es zu viel Zeit erfordert hätte, ihn zu beendigen, da bei jeder neuen Wägung die Gewichtszunahme nur einige Milligrammen betrug. Ich lasse es daher unausgemacht, ob bei fernerer Behandlung mit Ammoniak das Cyanid vielleicht 2 Atome oder einen Doppel-Atom davon absorbiert hätte, in welcher Verbindung 100 Th. des Cyanids 13,43 Th. Ammoniak aufnehmen. Als der Versuch abgebrochen wurde, waren nur etwas mehr als die Hälfte davon absorbiert worden, denn 100 Th. Cyanid hatten 7,90 Th. Ammoniak aufgenommen. Im Wasser löste sich die Verbindung vollständig auf; erhitzt verlor sie das Ammoniak, und dann erfolgte durch die Erhitzung die bekannte Zersetzung des Cyanids.

Kaliumeisencyanür absorbiert nicht das Ammoniakgas, und erleidet durch dasselbe in der Kälte keine Veränderung.

Da Eisenoxyd in der Natur ammoniakhaltig, aber freilich zugleich auch wasserhaltig angetroffen wird, so versuchte ich, einige Metalloxyde mit Ammoniak in der Kälte zu verbinden, was aber nicht gelang. Ich untersuchte indessen nur Kupferoxyd und Zinkoxyd hinsichtlich ihres Verhaltens in der Kälte zum Ammoniak.

Aus den in dieser Abhandlung angeführten Thatfachen geht hervor, dass viele Sauerstoffsalze, so wie viele der ihnen in den meisten Eigenschaften ähnlichen Verbindungen des Chlors mit den Metallen, deren Oxyde Basen bilden, sich mit Ammoniak verbinden können, während andere Sauerstoffsalze und Chlormetalle, die ihnen sehr ähnlich sind, kein Ammoniak aufnehmen. So verbindet sich schwefelsaures Manganoxydul mit Ammoniak, während die demselben so ähnliche schwefelsaure Talkerde kein Ammoniak aufnimmt; eben so absorbieren Calciumchlorid und Strontiumchlorid große Mengen des Ammoniaks, während Baryumchlorid sich mit keiner Spur

davon verbindet. Es geht ferner aus den angeführten Versuchen hervor, daß ein wasserfreies Salz, wenn es eine Verbindung mit Ammoniak eingeht, sich immer in bestimmten Verhältnissen mit denselben verbindet, daß aber Salze, die in ihren Eigenschaften sehr ähnlich sind, oft zwar in gleichen Verhältnissen, sehr oft aber auch in ungleichen Verhältnissen das Ammoniak aufnehmen, so daß das Ammoniak mit den wasserfreien Salzen sich nicht nach einem bestimmten Gesetze verbindet, nach welchen man die Zusammensetzung solcher Verbindungen a priori bestimmen könnte. Das Ammoniak verhält sich gegen die wasserfreien Salze, und gegen die diesen ähnlichen Chlormetalle wie eine höchst schwache Base; von fast allen trennt es sich schon größtentheils oder gänzlich beim Liegen an der Luft oder bei höchst geringer Erwärmung. Nur die Verbindungen des Quecksilberchlorids und des Quecksilberbromids mit Ammoniak, die bei Erhitzung das Ammoniak nicht verlieren, machen hiervon eine Ausnahme, weshalb diese eigentlich zu einer andern Klasse von Ammoniakverbindungen gezählt werden müssen.

Die Verbindungen des Ammoniaks mit wasserfreien Sauerstoffsalzen, und den diesen ähnlichen Chlormetallen haben die auffallendste Aehnlichkeit mit den Verbindungen dieser Salze mit Wasser. Das Wasser verbindet sich auch nicht mit allen Salzen, denn Salze, die in ihren Eigenschaften höchst ähnlich sind, enthalten theils Wasser, theils nicht. So wie Calciumchlorid viel Ammoniak absorbirt, während Chlorbaryum keine Spur davon aufnimmt, eben so kann auch schwefelsaure Kalkerde Krystallisationswasser enthalten, während schwefelsaure Baryterde sich nicht damit verbindet. Auch das Krystallisationswasser ist in allen Verbindungen mit Salzen in bestimmten Verhältnissen enthalten, doch nehmen oft Salze, die in ihren Eigenschaften sehr ähnlich sind, sehr ungleiche Verhältnisse davon auf. Das Wasser kann ferner in seinen Verbindungen mit Salzen als eine Base, aber als

eine sehr schwache betrachtet werden, die sich aus diesen Verbindungen schon meistens durch schwaches Erwärmen verjagen läßt *).

*) Im Julihefte der *Annales de chimie et de physique* von diesem Jahre hat Hr. Persoz eine Arbeit bekannt gemacht, die, wie die obige, die Verbindungen des Ammoniaks mit Chloriden zum Gegenstand hat. Für die von ihm untersuchten Verbindungen hat derselbe folgende Zusammensetzung gefunden:

Verbindung des Ammoniak mit:	Formel.	Chlorid in 100 Gewichtstheilen gefunden.	Ammoniak
Chlorkiesel . . .	$1 \text{ Si Cl}^3 + 9 \text{ NH}^3$	62,441	37,559
Chloraluminium . .	$1 \text{ Al Cl}^3 + 6 \text{ NH}^3$	72,359	27,641
Arsenikchlorür . .	$1 \text{ As Cl}^3 + 4 \text{ NH}^3$	84,082	15,918
Phosphorchlorür . .	$1 \text{ P Cl}^3 + 8 \text{ NH}^3$	67,024	32,976
Chlortitan . . .	$1 \text{ Ti Cl}^2 + 6 \text{ NH}^3$	65,861	34,139
Zinnchlorid . . .	$1 \text{ Sn Cl}^2 + 4 \text{ NH}^3$	79,556	20,444
Antimonsuperchlorid	$1 \text{ Sb Cl}^5 + 12 \text{ NH}^3$	79,350	26,050
Chromchlorid . .	$1 \text{ Cr Cl}^3 + 4 \text{ NH}^3$	79,647	20,353

Diese Verbindungen, von denen die mit Chlorkiesel, nach Hrn. P., eine der Hitze widerstehende starre weisse Substanz ist, kommen sämmtlich in gewöhnlicher Temperatur zu Stande. Folgende Chlormetalle gehen nach ihm diese Verbindung mit Ammoniak, nur in erhöhter Temperatur ein: Chlorzink, Antimonchlorür, Cyanchlorür, Uranchlorid, Wismuthchlorid, Kupferchlorid, Quecksilberchlorid.

Die Verbindungen mit Zink- und mit Kupferchlorid haben nach ihm die Zusammensetzungen $2 \text{ Cu Cl} + \text{NH}^3$ und $2 \text{ Zn Cl} + \text{NH}^3$, d. h. enthalten halb so viel Ammoniak, als zur Sättigung der Chlorwasserstoffsäure nöthig wäre, die aus dem Chlor der Chloride entstehen könnte.

Alle diese Resultate stimmen gar nicht, oder nur in wenigen Punkten mit denen überein, welche Prof. H. Rose theils in diesem und in einem früheren Aufsatz (diese Ann. Bd. 92. S. 57.) bekannt gemacht hat, theils in Kurzem bekannt machen wird; noch vielmehr entfernen sie sich aber von diesen in Bezug auf das Calciumchlorid. Diefs Chlorid, welches nach Prof. Rose's Versuchen gerade die größte Menge Ammoniak, das 1,22fache seines Gewichts absorbirt, soll sich, nach Hrn. Persoz, im frisch geschmolzenen Zustande gar nicht oder nur dann, wenn es Eisenchlorid eingemengt enthält, mit Ammoniak verbinden. Eben so auffallend ist es, dafs Hr. P. das merkwürdige Verhalten des Titanchlorid-Ammoniaks bei Erhitzung, und die dabei stattfindende Ausscheidung des Titans in Metallgestalt nicht wahrgenommen hat. (Ann. Bd. 92. S. 58.)

Obgleich die flüchtigen Chloride sich schon in gewöhnlicher Temperatur mit Ammoniak verbinden, wie auch Hr. P. bemerkt, so hat derselbe doch bei deren Darstellung stets Hitze angewandt, die Prof. Rose sorgfältig vermieden, da einige, wie das Titanchloridammoniak, durch sie zersetzt werden können.

P.

XI. Ueber die Gewinnung des Selens aus dem Selenschwefel.

Professor Mitscherlich hat in seiner Abhandlung über die Selensäure*) eine Methode angegeben, um das Selen aus dem Selenblei zu gewinnen, die darin besteht, daß er dasselbe mit einem gleichen Gewichte Salpeter schmilzt. So sehr auch diese Methode ihrem Endzwecke entspricht, so ist sie doch für die Gewinnung des Selens aus dem Selenschwefel nicht anwendbar, und wir besitzen hiefür nur eine brauchbare Vorschrift von Berzelius**), der dasselbe durch die Behandlung mit kaustischem Kali ausscheidet. In den Fällen jedoch, wo nur wenig Selen mit vielem Schwefel vermischt vorkommt, wie dies z. B. in den Bodensätzen der Bleikammern zur Bereitung der Schwefelsäure vorkommt, wird die Anwendung dieser Vorschrift zu mühsam und zu kostspielig. Hr. Magnus hat hiezu folgendes Verfahren mit gutem Erfolge angewendet.

Der fein gepülverte selenhaltige Schwefel wird mit seinem 8fachen Gewicht gepülverten Braunstein gemengt, und in einer Retorte erhitzt. Hiedurch oxydirt sich aller Schwefel zu schweflichter Säure, das Mangan reducirt sich zu Manganoxydul, und das Selen sublimirt in den Hals der Retorte. Hat man einen Ueberschuß von Mangansuperoxyd angewendet, so oxydirt sich das Selen wiederum, wenn alle schweflichte Säure entwichen ist, und findet sich dann in schönen Krystallen als selenichte Säure im Halse der Retorte. Die sich entwickelnde schweflichte Säure leitet man durch Wasser, wo, wenn bei zu großer Hitze selenichte Säure mit übergehen sollte, diese

*) Diese Annalen, Bd. 9. S. 623.

**) A. a. O. Bd. 8. S. 423.

von der vorhandenen schweflichten Säure wieder reducirt und als metallisches Selen niedergeschlagen wird. Es ist fast unmöglich zu vermeiden, daß beim Beginn der Operation etwas Schwefel mit übersublimire; von diesem muß man dann das Selen entweder durch nochmaliges Glühen mit Braunstein, oder durch die Behandlung mit kaustischem Kali befreien, oder beide auflösen und nachher das Selen mit der bei der Operation erhaltenen schweflichten Säure reduciren. Die dunkel Rothglühhitze reicht hin, um alles Selen zu sublimiren, weshalb man sehr gut Glasretorten anwenden kann, die, da die Masse in denselben nicht schmilzt, sondern pulverförmig bleibt und sich nachher leicht ausschütten läßt, wiederholt gebraucht werden können; doch ist nicht zu bezweifeln, daß auch gußeiserne Retorten bei der Operation im Großen sich mit gutem Erfolge werden anwenden lassen.

XII Ueber die Chloroxalsäure.

In der am 27. September gehaltenen Sitzung der Pariser Academie der Wissenschaften hat Hr. Dumas eine Abhandlung über eine neue Verbindung vorgelesen, welche er *Chloroxalsäure* (*acide chloroxalique*) nennt, und welche man erhält, wenn man krystallisirbare Essigsäure unter dem Einfluß des Sonnenlichts mit einem Ueberschuß von Chlor behandelt *). Das Folgende ist ein Auszug aus dieser Abhandlung.

Wenn man trocknes Chlor in einer trocknen Fla-

*) Das Essigsäure-Hydrat ($H^6C^4O^3 + H$) kann als eine Verbindung gleicher Volume Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas angesehen werden. Hr. Dumas hatte vermuthet, daß sich, bei Einwirkung von Chlor auf dieß Hydrat, Chlorwasserstoffsäure und ein Chlorkohlenstoff bilden würde; allein diese Vermuthung hat sich nicht bestätigt.

sche mit einer geringen Menge concentrirter Essigsäure in Berührung bringt und die Flasche in Sonnenschein stellt, so entwickeln sich bald weisse Dämpfe, welche sich zu einer an den Wänden der Flasche herabfliessenden Flüssigkeit verdichten. Das Chlor verschwindet, und, wenn die Säure in Ueberschuss da ist und die Sonne recht hell scheint, wird die Flasche nach funfzehn bis zwanzig Minuten farblos. Oeffnet man nun die Flasche, so findet man sie mit Chlorwasserstoffsäure und einem sehr stechenden Dampf erfüllt; allein die übrigen Producte, welche sich gebildet haben, können nicht leicht von der überschüssigen Essigsäure getrennt werden.

Bringt man dagegen die Essigsäure in das Chlor, und zwar in geringerer Menge als zur Zerstörung des sämmtlichen Chlors erforderlich ist, so erhält man, ausser der Chlorwasserstoffsäure, ein neues Product, welches an der Innenseite der Flasche krystallisirt. Wenn die Flasche den Tag hindurch im Sonnenschein gestanden hat, geschieht die Krystallisation gegen den Abend und in der Nacht. Die Krystalle setzen sich entweder als Dendriten oder deutlich und isolirt ab; sie sind farblos, und einige haben wohl einen halben Zoll in der Seite. Es sind rhomboidale Blättchen. Um sie aus der Flasche zu nehmen, treibt Hr. Dumas mittelst eines durch eine Röhre verlängerten Blasebalgs so viel atmosphärische Luft hinein, daß das überschüssige Chlor und die Chlorwasserstoffsäure ausgetrieben werden. Er wäscht alsdann die Flasche mit etwas destillirtem Wasser aus, und verdampft dasselbe im luftleeren Raum, neben zwei Gefäßen, von denen das eine Aetzkalk, und das andere concentrirte Schwefelsäure enthält. Der Rückstand von dieser Verdampfung ist eine krystallinische Masse, ist die neue Verbindung, welche man, wegen ihrer grossen Zerfließlichkeit, durch Verdampfung der Flüssigkeit an freier Luft nicht erhalten haben würde, eben so wenig, wie durch Verdampfung in der Wärme, weil sie sehr flüchtig ist

und in der Wärme, bei Gegenwart von Wasser, zum Theil zersetzt wird. Auch kann man sie nicht aus den Gefäßen erhalten, wenn darin ein merklicher Ueberschufs von Essigsäure befindlich ist, selbst wenn das Chlor an den Wänden eine sehr reichliche Menge von Krystallen erzeugt hat. Vermöge des Ueberschusses der Säure behält die Masse ihren flüssigen Zustand lange Zeit im Vacuo. Zwar erkennt man am Geschmack die Gegenwart der neuen Verbindung; allein die Krystallisation tritt unvollständig oder gar nicht ein, selbst nach Verlauf von vierzehn Tagen. Bei einem wohlbereiteten Product und ohne Ueberschufs von Essigsäure geschieht dagegen die Krystallisation in einigen Stunden. Hat man in die Gefäße zu viel Essigsäure gebracht, so kann man wieder Chlor hineinleiten und dieselben aufs Neue dem Sonnenlicht aussetzen. Diefs Mittel gelingt zuweilen; aber gewöhnlich giebt es ein schwer krystallisirendes Product. Die genausten Verhältnisse sind, nach Hrn. Dumas, auf ein Liter trocknen Chlors höchstens neun Decigrammen krystallisirende Essigsäure von $+14$ bis 15° C. Nach einmaliger Verdampfung ist diese Verbindung nicht immer rein; gewöhnlich ist sie mit Oxalsäure verunreinigt. Um sie zu reinigen, bringt man sie in die Temperatur 45 bis 50° C. Sie schmilzt alsdann, und die darin enthaltene Oxalsäure bleibt fest. Man filtrirt sie dann und bringt sie auf einige Stunden in's Vacuum. Sie krystallisirt nun aufs Neue und enthält wenig oder gar keine Oxalsäure.

Die Chloroxalsäure ist starr und krystallisirt in Rhomben von nahe 80° und 100° . Sie ist ausnehmend zerfließlich. Bei der Destillation giebt sie Chlorwasserstoffsäure, Kohlensäure und einen kohligen Rückstand. Ein Theil derselben verfliegt unzersetzt. Die Zusammensetzung dieser Substanz ist nach Hrn. Dumas:

Chlor	2 Atome . . .	48,8
Kohlenstoff	2 -	16,6
Sauerstoff	3 -	33,2
Wasserstoff	2 -	1,4

100,0 *).

Diese Säure ist vollkommen farblos und geruchlos.

Auf der Zunge bringt sie eine stechende Empfindung hervor, in der man schwierig den Geschmack einer Säure erkennt; die Zunge wird dabei augenblicklich weiß, wie vom oxygenirten Wasser. Nach diesem Eindruck bleibt ein aromatischer und bitterer Geschmack. Die Chloroxalsäure übt eine starke Reaction auf die Pflanzenfarben aus, röthet die Lackmustinktur stark. Sie ist bis gegen 45° C. flüssig, und krystallisirt bei 44° C. Geschmolzen und langsam erkaltet, krystallisirt sie in voluminösen Rhomben. Im Vacuo erhitzt, kommt sie bei 200° C. in's Sieden, und verflüchtigt sich gänzlich in Gestalt weißer Dämpfe, welche sogleich an den Wänden der Glocke wie Reif vom schönsten Glanze krystallisiren. Unter dem gewöhnlichen Druck muß also ihr Siedepunkt bei etwa 300° C. liegen. Sie ist sehr löslich in Aether, der sie aus ihrer wässrigen Lösung aufnimmt. Die chloroxalsäuren Salze sind sehr löslich; Hr. Dumas hat einige von ihnen untersucht, doch sind die besonderen Eigenschaften dieser Salze, wie der Verfasser sagt, der Aufmerksamkeit der Academie nicht werth. (*Journ. de chim. med. Année VI. p. 659.*)

*) Diese Zusammensetzung entspräche demnach einer Verbindung von Oxalsäure (C^2O^3) und Chlorwasserstoffsäure (Cl^1H^2). Eine Verbindung von Chlor und Oxalsäure, eine Flüssigkeit, die aus dem Zusammentreten beider Körper im trocknen Zustande entsteht, und vom Wasser in Chlorwasserstoffsäure und Kohlensäure zersetzt wird, hat bekanntlich schon Döbereiner dargestellt, verdiente indeß wohl näher untersucht zu werden. P.

XIII. Ueber einige Erscheinungen bei Fällung der Eisensalze durch neutrale kohlensaure Alkalien; von E. Soubeiran.

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de physique*, T. XLIV. p. 325.)

Zwei lösliche Salze geben bei wechselseitiger Zersetzung gewöhnlich zwei neue Salze von gleichem Sättigungsgrade. Die kohlensauren Alkalien machen aber eine Ausnahme von dieser Regel; denn sie geben oft Niederschläge, die entweder keine Kohlensäure enthalten, oder weniger als sie müßten.

In den Lösungen von Kalk, Baryt, Strontian, Yttererde, Beryllerde, Manganoxydul, Eisenoxydul, Ceriumoxyd, Nickeloxyd *), Bleioxyd, Silberoxyd, Uranoxyd, und wahrscheinlich Zirkonerde, bringen neutrales kohlensaures Kali und Natron Niederschläge hervor, die ihnen proportional zusammengesetzt sind. Zinkoxyd, Kupferoxyd und Magnesia geben basische Salze und Kohlensäure. Aus Zinnoxydul- und Zinnoxysalzen wird, unter Entweichen von Kohlensäure, nur Hydrat gefällt; und eben so verhält es sich mit den Gold-, Platin und Chromsalzen, wahrscheinlich auch mit denen des Titans, des Tellurs und der Begleiter des Platins.

Es bleiben nur noch die Erscheinungen bei Fällung der Quecksilber-, Wismuth-, Antimon- Alaunerde und Eisenoxysalze zu untersuchen. Die letzteren hat Hr. S. zunächst zum Gegenstand seiner Untersuchung gewählt.

Fällt man Eisenoxysalze durch neutrales kohlensaures Alkali, so entsteht, unter Aufbrausen, ein weißer Niederschlag von kohlensaurem Oxydul, von gleicher Sät-

*) Die Nickeloxysalze gehören, nach Setterberg's Erfahrungen, nicht in diese Klasse. Man sehe diese Ann. Bd. 95. S. 56.

tigungsstufe, wie das fallende Alkali; er verändert aber bald seine Natur, wird erst grün und dann rothbraun, in welchem Zustand er von den ältern Chemikern *Crocus Martis aperitivus* genannt wurde. Da die Chemiker seit Robiquet allgemein annehmen, daß der Eisensafran nichts anderes als Eisenoxydhydrat sey, so bereitete Hr. S. diesen Körper nach dem gewöhnlichen Verfahren; wusch ihn gut aus und liefs ihn nun; damit er die volle Einwirkung der Luft erfahre, in dünnen und stets nafs gehaltenen Schichten unter öfterem Umrühren drei Monate lang in einem feuchten Keller stehen.

Der so bereitete Eisensafran löste sich aber dennoch mit Aufbrausen in Säuren, gab bei der Destillation Wasser und Kohlensäure, und liefs rothbraunes Eisenoxyd zurück. Er enthielt keine Spur von Eisenoxydul, denn seine Lösung gab mit rothem Eisencyankalium kein Berlinerblau, reducirte Goldlösung nicht, und lieferte mit Aetzammoniak von Anfang bis zu Ende einen rothbraunen Niederschlag.

0,5 Grm. Eisensafran, im Vacuo getrocknet und dann geglüht, hinterliessen 0,357 Gramm. Eisenoxyd. Dieselbe Menge in einem zweckmäßigen Apparat geglüht, gab, mit Chlorcalcium aufgefangen, 0,1 Grm. Wasser. 1 Grm. in dem Gasapparate der HH. Gay-Lussac und Liebig kalt durch verdünnte Salzsäure zersetzt, lieferten, nach allen Correctionen, 0,042 Litres, d. h. 0,083 Grm. Kohlensäure.

Der Eisensafran besteht demnach aus:

Eisenoxyd	71,4	Sauerstoff:	21,64	3,64
Wasser	20,0		17,78	3
Kohlensäure	8,3		6,02	1
	<hr/>			
	99,7			

Alles Wasser ist nothwendig mit dem Eisenoxyd zu Hydrat, FH^3 , verbunden *). Der Rest des Eisenoxyds bildet mit der Kohlensäure eine Verbindung, in welcher

*) Der Brauneisenstein ist nur F^2H^3 .

der Sauerstoff des Oxyds sich zu dem der Säure wie 0,64 zu 1 verhält. Wäre es das basische kohlen saure Salz, welches sich bei Oxydation des Eisenoxyduls ohne Abscheidung von Kohlensäure bildet, so müßte das Verhältniß $= 0,75 : 1$ seyn, was sich dem Resultate hinlänglich nähert, um angenommen zu werden. Ich glaube indess nicht, sagt Hr. Soubeiran, daß das kohlen saure Eisenoxyd einen wesentlichen Bestandtheil des Eisensafrans ausmacht. Es bildet sich in dem Maasse, als das Eisenoxydul Sauerstoff absorbirt, und wird durch die fortgesetzte Einwirkung der feuchten Luft langsam zersetzt. Das Verhältniß, in welchem es sich vorfindet, erlaubt nicht die Annahme, daß es mit dem Hydrat verbunden sey; ohne allen Zweifel ist es zufällig, und wird bei langsamem Zutritt der Luft zerstört *).

Uebrigens kann die Zusammensetzung des Eisensafrans sehr variabel seyn. Es kann kohlen saures Eisenoxydul enthalten, und zwar desto mehr, je rascher es getrocknet worden ist. Diefes erklärt, wie Fourcroy schwarzes Oxydul aus dem Eisensafran erhielt, und wie er ihn für ein neutrales kohlen saures Oxydul-Oxyd ansehen konnte.

*) Die geringe Menge der Kohlensäure in dem Eisensafran erregt auch den Verdacht, daß dieselbe nur von einer Beimengung von *doppelt-kohlen sauren Alkali* herrühre; wenigstens findet sich unter den von Hrn. Soubeiran angestellten Versuchen keiner, welcher die Abwesenheit des Alkali's in seinem Eisensafran bewies; auch scheint derselbe an die Möglichkeit einer solchen Beimengung gar nicht gedacht zu haben. Einen Alkaligehalt im Eisensafran zu vermuthen, ist aber um so erlaubt, als die Thonerde, die sich in so vielen Stücken dem Eisenoxyd analog verhält, mit Hartnäckigkeit kohlen saures Alkali zurückhält, und eben dadurch noch Richter verleitete, einen großen Theil seiner stöchiometrischen Untersuchungen auf die Zusammensetzung der gar nicht existirenden kohlen sauren Thonerde zu gründen. P.

Wenn man eine Lösung von kohlensaurem Kali oder Natron in kleinen Portionen zu einer Lösung von neutralem schwefelsauren Eisenoxyd setzt, so wird anfänglich kohlensaures Eisenoxyd ausgeschieden, und das entstandene schwefelsaure Alkali verbindet sich mit dem noch vorhandenen schwefelsauren Eisenoxyd zu einem dem Alaun analogen Doppelsalz. Diefes Doppelsalz löst das kohlen-saure Eisenoxyd unter Entwicklung von Kohlensäure auf, und dieser Proceß dauert so lange, bis kein freies schwefelsaures Eisenoxyd vorhanden ist. Bei fortgesetzter Hinzufügung von kohlensaurem Kali zerlegt dieses nun das Doppelsalz und fällt ein basisches Eisensalz *A*.

In der Flüssigkeit bleibt ein basisches Doppelsalz von schwefelsaurem Kali und Eisenoxyd, welches zwar sehr löslich ist im Wasser, sich aber auffallend leicht zersetzt und einen hell gelbrothen Niederschlag *B* fallen läßt.

Dieser Niederschlag *B*, der, nach Hrn. Soubeiran's Vermuthung, durch seine Verbindung mit schwefelsaurem Kali das eben erwähnte basische Doppelsalz bildet, besteht nach ihm aus:

Eisenoxyd	55,5
Schwefelsäure	25,5
Wasser	19,0

entsprechend der Formel $\text{F}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{S}}+\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{H}}^3$.

Das basische Salz *A*, welches entsteht, wenn der im schwefelsauren Eisenoxyd durch kohlensaures Kali hervorgebrachte Niederschlag aufhört sich zu lösen, ist dagegen nach Hrn. S. zusammengesetzt aus:

Eisenoxyd	59
Schwefelsäure	11
Wasser	30

übereinstimmend mit der Formel: $\text{F}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{S}}+2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{H}}^6$ *).

*) Aller Wahrscheinlichkeit nach sind diese Verbindungen dieselben, welche A. Maus vor drei Jahren untersucht hat (diese Ann. Bd. 87. S. 79.). Hrn. Soubeiran's Resultate weichen

XIV. *Ueber die Verbindung der Schwefelsäure mit salpetriger Säure und über die Theorie der Schwefelsäurebildung; von Hrn. Bussy.*

(Auszug aus dem *Journ. de Pharm. Année XVI. p. 491.*)

Um die Bildung der Schwefelsäure beim Verbrennen von Schwefel mit Salpeter zu erklären, brachten Clément und Desormes bekanntlich Stickstoffoxydgas, schwelligsaures Gas und einen grossen Ueberschuß von Sauerstoffgas in einem luftleeren Ballon mit einander in Berührung. Wurde das Gasgemenge angefeuchtet, so verlor es sogleich seine rothe Farbe und es bildeten sich farblose Krystalle, die sich in einer gröfseren Menge Wasser mit Zischen auflösten, dabei ein Gas entwickelnd, welches in Berührung mit Sauerstoff roth wurde, und mit schwelliger Säure abermals farblose Krystalle gab. Sie schlossen daraus, dafs die farblosen Krystalle eine Verbindung von Schwefelsäure mit Stickstoffoxydgas seyen.

Späterhin zeigte Gay-Lussac, dafs diese Ansicht nicht richtig sey, da die Krystalle auch in einer Atmosphäre von Kohlensäure rothe Dämpfe bei Zersetzung durch Wasser entwickelten. Er erklärte deshalb die Krystalle für eine Verbindung von Schwefelsäure und salpetriger Säure (N^{II}), und fühlte sich in dieser Ansicht bestärkt, als er fand, dafs sich dieselben Krystalle bildeten, wenn er Schwefelsäure zu dem Destillate aus salpetersaurem

aber sehr bedeutend von denen jener Untersuchung ab, und daher ist es um so mehr zu bedauern, dafs er von derselben keine Kenntnifs gehabt hat. Vielleicht, dafs Hr. Soubeiran durch den in Ferussac's *Bulletin, Sect. I. T. IX. p. 341.* enthaltenen Auszug aus Hrn. Maus's Abhandlung veranlafst worden ist, den eigentlichen Gegenstand derselben zu übersehen; es sind dasselbst alle basischen Eisenoxyd- und Thonerdesalze als saure Salze aufgeführt.

P.

Bleioxyd schüttete, welches er damals für salpetrige Säure ($\ddot{\text{N}}$) hielt. Als aber nachmals Hr. Dulong zeigte, daß dieses Destillat Unter-Salpetersäure *) ($\ddot{\text{N}}$) sey, nahm man in Frankreich ohne weitere Untersuchung die genannten Krystalle für eine Verbindung dieser Säure mit Schwefelsäure.

Um auszumitteln, ob diese Annahme haltbar sey, hat Hr. Bussy einige Versuche angestellt. Er überzeugte sich zunächst, daß ein Gemenge von 4 Maafs Stickstoffoxyd und 1 Maafs Sauerstoffgas, ein Gemenge, welches die Bestandtheile der salpetrigen Säure ($\ddot{\text{N}}$) enthält, gänzlich von der Schwefelsäure absorbirt wird (wie auch schon Berzelius im ersten Theile seines Lehrbuchs angegeben hat), und daß beständig ein Rückstand bleibt, wenn man das eine oder das andere Gas in einem größeren Verhältnisse anwendet. Er schließt daraus, daß die Schwefelsäure, gleich den kaustischen Alkalien, das Vermögen besitze, Stickstoffoxyd und Sauerstoff zu salpetriger Säure zu vereinigen, und daß diese Säure ($\ddot{\text{N}}$) es sey, welche mit der Schwefelsäure verbunden die Krystalle der HH. Clément und Desormes bilde.

Da nun aber gewiß ist, daß diese Krystalle auch beim Vermischen von Unter-Salpetersäure ($\ddot{\text{N}}$) und Schwefelsäure entstehen, so wird es wahrscheinlich, daß die erstere Säure dabei in Salpetersäure und salpetrige Säure zerfalle, und letztere sich nur mit der Schwefelsäure verbinde. In dieser Ansicht sieht Hr. Bussy sich durch den Umstand bestärkt, daß sich die Krystalle des Hrn. Gay-Lussac niemals augenblicklich, sondern immer erst nach

*) VViewohl diese Säure, weil sie keine Salze bildet, von mehreren Chemikern mit Recht nur für eine Verbindung von $\ddot{\text{N}} + \ddot{\text{N}}$ angesehen wird, so habe ich doch hier den von Hrn. Bussy gewählten Namen *acide hypo-nitrique* wörtlich wieder gegeben, weil er sich dem Gedächtnisse leicht einprägt und mindestens zu keiner Verwechslung Anlaß giebt; gewöhnlich heist die Säure im Französischen *acide nitreux*, und was wir salpetrige Säure ($\ddot{\text{N}}$) nennen, führt dort die Namen *acide hypo-nitreux* und *acide per-nitreux*. P.

einiger Zeit bilden, und dafs allemal, welche Verhältnisse man auch anwenden mag, über den Krystallen eine röthliche Flüssigkeit schwimmt, die an der Luft ähnliche Dämpfe wie die rauchende Salpetersäure ausstößt.

Vollends zeigt sich, nach Hrn. B., das Unvermögen der Schwefelsäure, sich mit der Unter-Schwefelsäure zu verbinden, wenn man in eine Röhre mit Schwefelsäure, die über Schwefelsäure umgekehrt ist, einige Tropfen Unter-Salpetersäure mittelst einer kleinen Pipette hineinbringt. Diese Säure löst sich zum Theil auf, während die Temperatur etwas steigt, und das nicht Gelöste nimmt den oberen Theil der Röhre ein, daselbst in Dampf übergehend, der die Schwefelsäure hinunterdrückt und darauf etwas gelöst wird. Niemals gewahrt man aber dabei Krystalle; es bildet sich nur eine Verbindung von Unter-Salpetersäure und Schwefelsäure, die eine syruartige Consistenz besitzt und in öligen Streifen hinabsinkt. Setzt man aber erst Stickstoffoxydgas und dann Unter-Salpetersäure zur Schwefelsäure, so findet eine Absorption statt, und im Moment, wo die Gase sich mischen, bilden sich Krystalle, die sich an der Röhre absetzen und dieselbe ganz undurchsichtig machen.

Die Theorie der Schwefelsäure-Bildung ist nun nach Hrn. Bussy folgende. Beim Zusammentreten von schwefligsaurem Gase, Sauerstoff- und Stickstoffoxydgas im feuchten Zustande, bildet sich anfänglich Unter-Salpetersäure (\ddot{N}); diese tritt Sauerstoff an die schweflige Säure ab, und während dadurch salpetrige Säure (\ddot{N}) und Schwefelsäure entstehen, vereinigen sich beide zu der krystallisirten Verbindung $\ddot{N} + \ddot{S}$. Bei Behandlung dieser Krystalle mit Wasser wird die Schwefelsäure gelöst, und die salpetrige Säure, welche für sich nicht bestehen kann, zerfällt in Stickstoffoxydgas, welches sich beim Contact mit Sauerstoffgas röthet, und in Unter-Salpetersäure, deren Farbe gleichfalls roth ist: daher in einer Atmosphäre von Kohlensäure die Entstehung der rothen Dämpfe, wie sie Hr. Gay-Lussac beobachtet, daher in atmosphärischer Luft die Sauerstoffabsorption, welche Hr. Clément wahrnahm. Die wiedergebildete Unter-Salpetersäure verbindet sich aufs Neue mit der schwefligen Säure und erzeugt abermals alle die Erscheinungen, welche man bei der Bereitung der Schwefelsäure beobachtet.

ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1830, ZEHNTES STÜCK.

I. *Ueber die specifische Wärme fester Körper,
insbesondere der Metalle;
von Wilhelm Weber.*

Während von der Messung der *Temperatur* fast ununterbrochener Gebrauch gemacht wird, im Leben wie bei wissenschaftlichen Beschäftigungen, und manche Schriftsteller sogar bei allen Versuchen den Temperaturgrad anmerken, selbst bei solchen, auf deren Resultate der Temperaturgrad keinen oder einen nicht wahrnehmbaren Einfluss hat; könnte es auffallend erscheinen, dass von einer anderen Messung, welche uns die Wärmelehre an die Hand giebt, von der Messung der *Wärmemenge*, nicht einmal alle der Gebrauch gemacht wird, der von ihr mit Nutzen gemacht werden könnte. Die Messung der Wärmemengen wird bei vielen wissenschaftlichen Betrachtungen immer mehr zum Bedürfniss, und kann sogar in der Praxis häufig mit Nutzen angewendet werden.

Man misst seit zwei Jahrhunderten die *Temperaturen* der Körper in der Voraussetzung, dass benachbarte Körper, wenn sie eine Zeit lang sich in Ruhe befunden haben, und von Aussen keine verschiedenen Einflüsse der Wärme erleiden, ihre Temperaturen ausgleichen, so dass

man durch die Temperatur des einen dieser Körper die Temperatur aller übrigen erfahren kann.

Man mißt seit fast einem Jahrhundert die *Wärmemengen* in der Voraussetzung, daß die Wärme ein Fluidum sey, welches in die Körper ein- und von den Körpern ausströme, und daß in ein zwei Pfund wiegendes Stück Eis von 0° Temperatur doppelt so viel von diesem Wärmefluidum, als in ein 1 Pfund wiegendes Stück Eis einströmen müsse, um beide in Wasser von 0° Temperatur zu verwandeln.

Beide Verfahren, sowohl zur Messung der Temperatur, als zur Messung der Wärmemenge, könnten nun *gemeinschaftlich* angewendet werden, um bei allen einzelnen Körpern die *Wärmemengen* zu bestimmen, welche zur Hervorbringung einer gewissen Temperaturerhöhung in sie eindringen müssen, und man könnte die verschiedenen Wärmemengen bestimmen, welche zur Hervorbringung einer gewissen Temperaturerhöhung in demselben Körper *unter verschiedenen äußeren Umständen* einströmen müssen.

Auf diese ganze Gattung von Untersuchungen (Untersuchungen über die *specifische Wärme* im Allgemeinen — über *specifische Wärme bei constantem Druck* — bei *constantem Volumen*) ist zwar die Aufmerksamkeit schon gewandt; aber man ist noch weit davon entfernt, diese Untersuchungen erschöpft und alle aus ihnen zu ziehende Vortheile gewonnen zu haben. Welchen Gewinn würde man in vielen Fällen für die Praxis haben, wenn man die Temperatur, welche man nicht mit dem Thermometer messen kann, berechnen könnte!

Wie wichtig ist es z. B., da beim Aus- und Einströmen von Luft (oder Dampf) aus der und in die Glocke einer Luftpumpe die Temperatur der strömenden und der in der Glocke befindlichen Luft nicht mit einem Thermometer gemessen werden kann, sie aus der gemessenen specifischen Wärme der Luft berechnen zu

können! Wie viele Körper giebt es in den Maschinen, die sich bei ihrer Bewegung erwärmen, zu denen man aber nicht mit einem Thermometer gelangen kann, und deren Temperatur zu wissen von Wichtigkeit wäre! Jeder kleine Beitrag, welcher bei solchen Berechnungen der Temperaturen von Nutzen seyn kann, scheint unserer Aufmerksamkeit würdig zu seyn.

Diese Rücksicht und das allgemeine wissenschaftliche Interesse, welche die genauere Untersuchung einer so wichtigen Eigenschaft der Körper, wie ihre specifische Wärme ist, besitzt, treibt mich an, eine von mir vor Kurzem gemachte Beobachtung hier mitzutheilen, und was sich aus derselben für die specifische Wärme einiger festen Körper folgern lasse, aus einander zu setzen.

Ich nahm einen Eisendraht, und spannte ihn plötzlich in einem Grade, daß seine Länge beträchtlich zunahm. Die beiden Enden des so verlängerten Drahts klemmte ich so fest ein, daß, was auch mit dem Drahte vorgehen mochte, seine Länge sich nicht ändern konnte. — Durch die Verlängerung war der Draht gespannt worden; denn es ist bekannt, daß *bei gleicher Temperatur* bei jeder Spannung der Draht verlängert wird, und daß man aus der Zunahme der Länge die Spannung, und aus der Zunahme der Spannung die Verlängerung berechnen kann. Umgekehrt ist aber auch bekannt, daß *bei gleicher Länge* der Draht bei Erkaltung an Spannung gewinnt, bei Erwärmung an Spannung verliert, und daß man aus der Erkaltung oder Erwärmung die Zunahme oder Abnahme der Spannung, aus der Zunahme oder Abnahme der Spannung aber die Erkaltung oder Erwärmung berechnen könne.

Nachdem ich an dem Drahte die beschriebene Ope-

ration vorgenommen hatte, ihn nämlich verlängert und in diesem Zustande festgehalten hatte, beobachtete ich während der sechs ersten Secunden, die darauf folgten, eine *Abnahme der Spannung* des Drahts.

Wenn man nach dem Vorausgegangenen annimmt, daß die Abnahme der Spannung des Eisendrahts, bei unverändertem Aggregatzustande desselben, entweder von einer Abnahme seiner Länge, oder von der Zunahme seiner Temperatur herrühren müsse; und wenn man bedenkt, daß nach der Einrichtung des Versuchs die Länge des Drahts unveränderlich war, so wird man dahin geleitet, aus dieser *Abnahme der Spannung* auf eine *Zunahme der Temperatur* des Drahts zu schließen.

Ungeachtet man auch in unzähligen anderen Versuchen, wie bei diesem, aus einer Ausdehnung oder aus einer Abnahme der Spannung auf eine Temperaturerhöhung schließt, so weicht dieser Fall doch darin von anderen Fällen ab, daß man bei diesem Versuche keine äußere Ursache einsieht, welche in dem Drahte diese Temperaturerhöhung verursachte. Da wir keine *äußere* Ursache wissen, sage ich nun, der wir diese Temperaturerhöhung des Drahts zuschreiben können, so müssen wir uns vorstellen, daß im Drahte selbst eine *innere* Ursache oder eine innere diese Temperaturerhöhung hervorbringende Wärmequelle enthalten sey, und daß diese innere Wärmequelle daher entspringe, daß eine und dieselbe Wärmemenge, die in dem Drahte vorhanden ist, bei verschiedenen Spannungen des Drahts verschiedene Temperaturen erzeugen könne. Man sagt aber von einem Körper, in welchem durch gleiche Wärmemengen unter verschiedenen Umständen *verschiedene Temperaturen* entstehen, daß seine *specifische Wärme* von diesen Umständen abhängt und *nicht immer gleich groß* sey.

Durch die angeführte Erscheinung nun, die einer ausführlichen Beschreibung bedarf, und durch die angeführte Schlussfolge, welche weiter erörtert werden muß, bin ich auf die *specifische Wärme fester Körper* geführt worden, und werde versuchen, über dieselben einige neue Messungen mitzutheilen.

I. Beschreibung der Versuche.

Wir haben gesehen, daß in unserem Versuche ein Draht *ab* dazu bestimmt war, eine plötzliche *Verlängerung* zu erhalten, und, festgehalten in diesem verlängerten Zustande, beobachtet und geprüft zu werden, ob er in der ersten darauf folgenden Zeit eine *Abnahme seiner Spannung* erleiden würde, die nur von einer Erhöhung seiner Temperatur herrühren könnte, und welche wir messen wollten.

Zur Hervorbringung einer plötzlichen *Verlängerung* des Drahts haben wir eine große Menge Hülfsmittel; Hebel, Schraube, Rolle, Federn, Gewichte u. s. w., die wir aber nicht alle, wegen der zugleich anzustellenden Messungen, gebrauchen können. Wir wollen daher aus den verschiedenen zur Verlängerung eines Drahts dienenden Hülfsmitteln ein solches auswählen, das für unsere und ähnliche Versuche am angemessensten zu seyn scheint.

Wenn man einen Draht in eine geradlinige Lage bringen und in dieser Lage durch äußere Kräfte verlängern oder verkürzen will, so pflegt man ihn gewöhnlich wie die Saiten in einem Pianoforte aufzuspannen; man fixirt nämlich das eine Ende, und das andere windet man um einen runden Stift — Wirbel*genannt — durch dessen Drehung vorwärts oder rückwärts der Draht verlängert, verkürzt, gespannt und abgespannt wird.

Es giebt noch viele Vorrichtungen, die zu demselben Zweck angewendet werden können, und es ist zu wünschen, daß mehrere derselben in Gebrauch kämen,

weil dadurch die kleinen Verlängerungen und Verkürzungen starker Drähte, die mit großer Kraft und Regelmäßigkeit erfolgen, auf verschiedene Dinge angewendet und dadurch nützlich werden würden.

Es werden zwar diese kleinen Verlängerungen und Verkürzungen fester, elastischer Körper, wie Drähte, Streifen, Stäbe, in *einer* Art schon außerordentlich viel benutzt, nämlich bei *Stahlfedern*: zum Treiben der Uhren, zum Schlagen der Stunden (statt der Glocken), zu Waagen und zu allen Mechanismen, die wir haben. Diese Kraft der Stahlfedern nämlich beruht bloß auf einer geringen Verlängerung ihrer einen Seite bei einer geringen Verkürzung ihrer andern Seite, wodurch eine Beugung oder Krümmung entsteht, die aber verschwindet, sobald die Feder sich selbst überlassen bleibt, und die kleine Verlängerung und Verkürzung ihrer beiden Seiten sich ausgleicht.

Wenn diese kleinen, aber kraftvollen Verlängerungen und Verkürzungen fester, elastischer Körper bei Stahl- und anderen Federn von so großem Nutzen sind, so wäre es wunderbar, wenn dieselben nicht auch auf andere Weise, ohne Beugung und Krümmung des Körpers, wie bei Pianofortesaiten, Anwendung finden sollten.

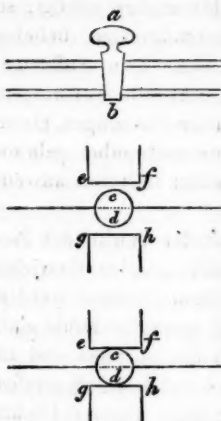
Um die zwar kleinen, aber kraftvollen und regelmäßigen Bewegungen eines sich verlängernden oder verkürzenden Drahts zu benutzen, muß man noch andere Mittel zu ihrer Hervorbringung ausfindig machen, als z. B. auf dem Pianoforte angewendet werden. Man muß suchen, die Größe der Kraft, mit welcher die Verlängerung oder Verkürzung geschieht, und die Verlängerung selbst zu *messen*.

Kann ich z. B. den Draht in senkrechte Lage bringen, so kann ich durch Anhängen von Gewichten an sein unteres Ende ihn verlängern, und weil ich weiß, daß diese Verlängerung zwar sehr gering, aber in allen Thei-

len des Drahts mit größter Gleichförmigkeit erfolgt, so kann ich durch kleine Gewichtsvermehrungen beliebig kleine Verlängerungen (zumal an einer dem Aufhängepunkte nahe liegenden Stelle des Drahts) hervorbringen, die ich zu den feinsten mikrometrischen Messungen, gleich einer Mikrometerplatte oder Mikrometerschraube, gebrauchen und sogar zur Prüfung der beiden letzteren anwenden kann.

Ein anderes Mittel, welches statt der Wirbel des Pianoforte's und statt eines frei herabhängenden Gewichts zu kleinen Verlängerungen eines Drahts benutzt werden kann, bietet ein ähnlicher, *schon gespannter* Draht dar, der mit einer großen Gewalt sich abzuspannen und zu *verkürzen* strebt, und diese Kraft des sich *verkürzenden* Drahts kann man zur *Verlängerung* eines anderen Drahts benutzen, gleich wie man die Kraft einer schon gespannten Feder zur Anspannung einer noch ungespannten benutzen kann, oder wie man in manchen zweistieflischen Luftpumpen die Expansivkraft der verdichteten Luft zur Hervorbringung eines verdünnten Luftraums benutzt.

Diese *Mittheilung der Spannung* von einem stärker gespannten Körper an einen schwächer gespannten durch augenblickliche Herstellung einer freien Communication zwischen beiden, hat sich überhaupt bei Luft und dampfförmigen Körpern so außerordentlich bewährt, daß man bei Apparaten zur Untersuchung der Luft, und bei Dampfmaschinen keinen Apparat so oft angebracht findet, als einen Hahn oder ein Ventil, durch welche ein Gefäß mit *verdichteter* Luft oder Dampf mit einem Gefäße mit *verdünnter* Luft oder Dampf in Verbindung gebracht wird, damit beide ihre Spannkraft gegenseitig ausgleichen. Dieses letzte Mittel kann nun, wie ich glaube, sehr gut von der Luft und von dem Dampf auf feste, elastische Körper übertragen werden, indem man in die Mitte eines Drahts, wie in die Mitte eines Luft- oder Dampfkanals statt des Kegels *ab* eine Kugel



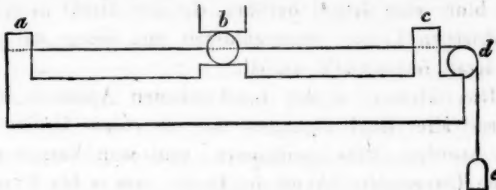
cd befestigt, und statt den Kegel *ab* zu durchbohren, die Kugel *cd* zwischen zwei beweglichen Flächen *ef, gh* einschließt. Wie nun durch Drehung des Hahns die beiden Luftbehälter bald frei communiciren, bald separirt sind, so nähere ich bald, bald entferne ich die Flächen *ef, gh* der Kugel *cd*, so daß die Kugel bald frei schwebt und der Spannung der Drähte frei folgt, bald bei der verschiedensten Spannung beider Drähte zwischen beiden unverrückbar fest steht.

Von allen Mitteln, einen Draht zu verlängern, ist die Verlängerung durch die auf die beschriebene Weise ihm von einem anderen Drahte mitgetheilte Spannung zu unseren Versuchen allein tauglich gewesen, und ich werde von dieser Vorrichtung noch bei anderen Versuchen über feste Körper, wie ich hoffe, mit Erfolg Gebrauch machen.

Die plötzliche Verlängerung des zu unseren Versuchen anzuwendenden Drahts *ab* darf nicht unmittelbar durch die Drehung eines *runden Stifts* oder Wirbels, wie im Pianoforte, bewirkt werden, weil man dabei wegen der Friction die dazu anzuwendende Kraft nicht genau kennt, — noch unmittelbar durch die Spannung eines *Gewichts*, welches man plötzlich sinken und sich selbst überläßt, weil es nicht sogleich in Ruhe kommt, sondern in eine Schwankung auf- und abwärts geräth, wobei der Draht bald zu lang und bald zu kurz seyn würde, welches eine genaue Fixirung des unteren Endes des Drahts durch eine Klemme in demjenigen verlängerten Zustande des Drahts hindert, welcher der Kraft des Gewichts entspricht.

Statt eines Wirbels oder Gewichts wendete ich da-

her zur Spannung meines Drahts die Communication mit einem schon gespannten Drahte an: Ich liefs die zwei



ungleich gespannten Hälften *ab*, *bc* eines und desselben Drahts durch eine Kugel, die ich zwischen zwei gegenüberstehende Wände fest drücken oder frei schweben lassen konnte, mit einander communiciren, wobei im letzteren Falle nothwendig die stärker gespannte Hälfte des Drahts die schwächer gespannte in einem bestimmaren Grade verlängern, sich selbst aber verkürzen mußte.

Durch diese Vorrichtung gewann ich so viel, daß ich die *Verlängerung*, von *ab* bestimmen konnte; daß ich die *Spannung* von *ab* sowohl im Augenblicke der Verlängerung als auch bald nachher messen konnte; daß ich den Versuch *doppelt* anstellen konnte, sowohl mit *ab*, als auch mit *bc*, indem die beiden Drähte durch Mittheilung der Spannung in Wechselwirkung treten, so daß der eine so viel verlor, als der andere gewann, und umgekehrt; und folglich die Verlängerung von *ab* der Verkürzung von *bc* gleich war, und umgekehrt; und folglich mit einiger Wahrscheinlichkeit erwartet werden konnte, daß was an *ab*, auch an *bc*, nur vielleicht auf eine entgegengesetzte Weise, beobachtet werden würde. Es war zu vermuthen, daß *bc* eine gleich große Zunahme, als *ab* eine Abnahme der Spannung erleide, ihre beiderseitige Differenz folglich um das Doppelte wachsen und daher genauer zu messen seyn werde, als jede einzeln.

Daß endlich *ab* und *bc* durch die Operationen, die während des Versuchs vorgenommen werden müssen, auf keine Weise *verletzt* und *beschädigt* werden, indem die

Klemme *b*, welche häufig geöffnet und geschlossen werden muß, nicht den Draht selbst zusammendrückt, sondern bloß eine Kugel berührt, die den Draht in einem cylindrischen Canale eingeschlossen und immer mit gleicher Kraft festgedrückt enthält.

Die Klemme *a* des beschriebenen Apparats blieb während aller Beobachtungen, die mit *einem* Drahte gemacht wurden, stets geschlossen, und man konnte also auf die Unveränderlichkeit des Drahts von *a* bis *b*, während der Versuche, vollkommen sich verlassen. — Ebenso fand keine Gefahr statt, daß dasjenige Stück des Drahts, welches in *b* selbst sich befand, einen Eindruck oder eine Beschädigung seiner Oberfläche, oder eine Verminderung seiner Dicke im Laufe der Versuche erlitte; denn, wie oben gesagt worden ist, ungeachtet die Klemme *b* im Laufe der Versuche oft geöffnet und geschlossen werden mußte, so drückte diese Klemme doch nicht den Draht selbst zusammen, sondern berührte bloß die Oberfläche der Kugel, durch deren cylindrischen Canal der Draht hindurch ging. So hatten wir auch für das Stück des Drahts von *b* bis *c* während der Beobachtungen keine Beschädigung zu fürchten. — Aber auch die Klemme *c* ward im Laufe der Versuche häufig geöffnet und geschlossen. Auch diese Klemme durfte den Draht nicht unmittelbar berühren, sondern der Draht mußte auf eine ähnliche Weise, wie in der Mitte, durch einen cylindrischen Canal eines festen Körpers hindurch geleitet werden, und dieser feste Körper mußte sich statt des Drahts in der Klemme *c* befestigen lassen. Dieser mit einem cylindrischen Canale versehene Körper, welchen ich zu diesem Zwecke angewendet habe, ist Fig. 4. Taf. II. abgebildet.

Nachdem der Draht *ab* eine *Verlängerung* erhalten, und in diesem verlängerten Zustande festgehalten worden war, sollte nun ferner beobachtet und geprüft werden, ob er in der ersten darauf folgenden Zeit eine *Abnahme seiner Spannung* erleiden würde.

Nun hatte unser Apparat eine solche Einrichtung, daß wir die Spannung, welche der Draht *ab* in seinem verlängerten Zustand *im ersten Augenblicke* hatte, leicht berechnen konnten. Bezeichnen wir nämlich mit *P* die Spannung des Drahts *ab* vor seiner Verlängerung, und mit *Q* dasselbe für den Draht *bc*, so ist im Augenblicke, wo sich die Spannung beider Drähte ausgeglichen hat, ihre gemeinschaftliche mittlere Spannung $\frac{P+Q}{2}$, und auf diese mittlere Spannung hat im ersten

Augenblicke, wie nachher, wenn ich die Resultate unserer Versuche mittheilen werde, bewiesen werden soll, der Temperaturwechsel der Drähte keinen Einfluß. — Wir brauchen also bloß noch die Spannung zu messen, welche der Draht *ab* nach Verlauf eines kürzeren oder längeren Zeitraums annimmt.

Ich setzte den Draht *ab* in Schwingung. Weil die Geschwindigkeit dieser Schwingungen von der Spannung abhängt, so kann man sowohl aus der Spannung die Geschwindigkeit der Schwingungen, als auch aus der Geschwindigkeit der Schwingungen die Spannung berechnen. Den Ton, welchen diese Schwingungen des Drahts *ab* hervorbrachten, verglich ich mit dem Tone einer Stimmgabel, die ich so gewählt hatte, daß beide fast harmonirten, und nur wenige sogenannte Schwebungen, Pulsationen oder coincidirende Schwingungen, hervorbrachten (siehe diese Annal. Bd. 14. S. 399.). Durch Zählung dieser Schwebungen oder Pulsationen, welche durch die ungleiche Geschwindigkeit der schwingenden Stimmgabel und des schwingenden Drahts *ab* entstanden, hatte ich ein Mittel, die Spannung des Drahts *ab* sehr genau zu bestimmen.

Nachdem ich diese Spannung, welche der Draht durch Erhöhung seiner Temperatur angenommen hatte, dadurch gemessen hatte, daß ich z. B. 18 Schwebungen in fünf Secunden gezählt hatte, konnte ich leicht die anfängliche

Spannung $\frac{P+Q}{2}$ wieder herstellen, indem ich blofs die Klemme *b* von Neuem öffnete, und konnte alsdann mit denselben Hülfsmitteln die Messung der Spannung wiederholen, wobei ich z. B. 22 Schwebungen in fünf Secunden zählte, so dafs jetzt also der Draht in fünf Secunden vier Schwingungen mehr machte als früher.

Dieses war der Versuch, den ich mit dem Drahte *ab* anstellte. Nun ist aber der Draht *bc* dem Drahte *ab* ganz gleich, nur dafs in dem Augenblicke, wo dieser beträchtlich verlängert wird, jener um gleich viel verkürzt wird. Denselben Versuch, den ich mit *ab* anstellte, konnte ich nun mit *bc* wiederholen; ich zählte z. B. 14 Schwebungen, als ich bei dem Drahte *ab* 18 gezählt hatte, und 10 Schwebungen, als ich bei dem Drahte *ab* 22 gezählt hatte, so dafs der Draht *bc* vier Schwingungen in fünf Secunden *weniger* machte, als der Draht *ab* vier Schwingungen *mehr* machte, woraus sich ergibt, dafs der Draht *bc* in der nämlichen Zeit eine *Erniedrigung* seiner Temperatur erlitten hatte, als der Draht *ab* eine *Temperaturerhöhung* erhielt, und dafs beide Temperaturänderungen zwar *entgegengesetzt*, aber von *gleicher Gröfse* gewesen waren, da sie zwar entgegengesetzte, aber gleiche Aenderungen der Spannung hervorgebracht hatten.

Da die Drähte *ab* und *bc* gleich lang waren, und der eine eine eben so grofse *Temperaturerhöhung*, als der andere eine *Temperaturerniedrigung* erlitten hatte, so haben beide Temperaturänderungen zusammengenommen auf die mittlere Spannung des Drahts in dem Augenblicke, wo die Klemme *b* offen ist, *keinen Einfluss*, und diese mittlere Spannung wird daher, wie wir oben berechnet haben, $\frac{P+Q}{2}$ seyn.

Die viermalige Zählung der Schwebungen oder coincidenden Schwingungen, welche ich oben angeführt habe, und woraus sich ergab, dafs der Draht *bc* erst 18 und

später 22 Schwebungen weniger, der Draht *ab* erst 14 und später nur 10 Schwebungen weniger, als die mit ihnen verglichene Stimmgabel machte, war mit einem Eisendraht vorgenommen worden. Dieselben Messungen, welche ich vom Eisendraht angeführt habe, lassen sich nun mit vielen anderen Drähten machen.

Ich habe wirklich diese Messungen bis jetzt mit *Eisendraht*, *Kupferdraht*, *Silberdraht*, *Platindraht*, und mit jedem dieser Metalle mehrmals gemacht, und werde die vier bei jedem Drahte und bei jeder Wiederholung gemachten Zählungen zur Uebersicht zusammenstellen.

Uebersicht der Versuche.

1) Mit Eisendraht:

ab = 257 Linien,

bc = 257 Linien,

ein Stück von 1300 Linien Länge wog 2^{gm.} 878,

P = 1006 Grammen,

Q = 7000 Grammen,

bei 4000 Grammen Spannung war der Ton des Eisendrahts etwas *tiefer* als der Ton einer *f*-Stimmgabel.

No.	Draht.	Seine mit der <i>f</i> -Stimmgabel coincidirenden Schwingungen für 5 Sec. nach momentaner Communication.	Seine mit der <i>f</i> -Stimmgabel coincidirende Schwingungen für 5 Sec. nach längerer Communication.	Vermehrung der coincidirenden Schwingungen.	Mittel aus allen Versuchen.
1.	<i>ab</i>	$7\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{4}$	$-3\frac{1}{2}$	$-3\frac{3}{8}$
	<i>bc</i>	$9\frac{3}{4}$	$12\frac{3}{4}$	+3	$+3\frac{1}{4}$
2.	<i>ab</i>	$11\frac{1}{16}$	$8\frac{5}{8}$	$-2\frac{7}{16}$	
	<i>bc</i>	$15\frac{1}{16}$	$18\frac{7}{8}$	$+3\frac{3}{16}$	
3.	<i>ab</i>	$8\frac{3}{8}$	$4\frac{7}{32}$	$-4\frac{5}{32}$	
	<i>bc</i>	$10\frac{1}{4}$	$13\frac{1}{32}$	$+3\frac{1}{32}$	

2) Mit Kupferdraht:

 $ab=240$ Linien, $bc=240$ Linien,ein Stück von 1300 Linien Länge wog $3^{\text{rm}},332$, $P=1700$ Grammen, $Q=5700$ Grammen,bei 3700 Grammen Spannung war der Ton des Kupferdrahts etwas *tiefer* als der Ton einer *f*-Stimmgabel.

No.	Draht.	Seine mit der <i>f</i> -Stimmgabel coincidirenden Schwingungen für 5 Sec. nach momentaner Communication.	Seine mit der <i>f</i> -Stimmgabel coincidirenden Schwingungen für 5 Sec. nach längerer Communication.	Vermehrung der coincidirenden Schwingungen.	Mittel aus allen Versuchen.
1.	<i>ab</i>	19	$14\frac{19}{32}$	$-4\frac{13}{32}$	$-3\frac{1}{3}$
	<i>bc</i>	17	$20\frac{25}{32}$	$+3\frac{25}{32}$	$+3\frac{1}{3}$
2.	<i>ab</i>	$14\frac{1}{4}$	$10\frac{13}{16}$	$-3\frac{7}{16}$	
	<i>bc</i>	$13\frac{3}{4}$	$16\frac{7}{16}$	$+2\frac{11}{16}$	
3.	<i>ab</i>	$18\frac{3}{16}$	$15\frac{31}{32}$	$-2\frac{7}{32}$	
	<i>bc</i>	$20\frac{3}{4}$	$23\frac{13}{32}$	$+2\frac{21}{32}$	

3) Mit Silberdraht:

 $ab=184$ Linien, $bc=184$ Linien,ein Stück von 1300 Linien Länge wog $4^{\text{rm}},4815$, $P=5000$, $Q=5000$,bei 3000 Grammen Spannung war der Ton des Silberdrahts etwas *tiefer* als der Ton einer *f*-Stimmgabel.

No.	Draht	Seine mit der <i>f</i> -Stimmgabel coincidirenden Schwingungen für 5 Sec. nach momentaner Communication.	Seine mit der <i>f</i> -Stimmgabel coincidirenden Schwingungen für 5 Sec. nach längerer Communication.	Vermehrung der coincidirenden Schwingungen.	Mittel aus allen Versuchen.
1.	<i>ab</i>	18 $\frac{3}{4}$	16 $\frac{1}{4}$	-2 $\frac{1}{4}$	-2 $\frac{5}{16}$
	<i>bc</i>	14 $\frac{3}{4}$	17 $\frac{1}{2}$	+2 $\frac{3}{4}$	+3
2.	<i>ab</i>	20 $\frac{5}{16}$	17 $\frac{1}{2}$	-2 $\frac{13}{16}$	
	<i>bc</i>	14 $\frac{15}{16}$	16 $\frac{3}{4}$	+1 $\frac{13}{16}$	
3.	<i>ab</i>	19 $\frac{1}{32}$	15 $\frac{3}{8}$	-3 $\frac{21}{32}$	
	<i>bc</i>	16 $\frac{7}{32}$	18 $\frac{5}{8}$	+2 $\frac{13}{32}$	

4) Mit Platindraht.

ab = 113 Linien,*bc* = 113 Linien,ein Stück von 800 Linien Länge wog 6^{grm}, 253,*P* = 800 Grammen,*Q* = 4000 Grammen,bei 2400 Grammen Spannung war der Ton des Platindrahts etwas *tiefer* als der Ton einer *f*-Stimmgabel.

No.	Draht	Seine mit der <i>f</i> -Stimmgabel coincidirenden Schwingungen für 5 Sec. nach momentaner Communication.	Seine mit der <i>f</i> -Stimmgabel coincidirenden Schwingungen für 5 Sec. nach längerer Communication.	Vermehrung der coincidirenden Schwingungen.	Mittel aus allen Versuchen.
1.	<i>ab</i>	21	12	-9	-8
	<i>bc</i>	$\frac{1}{2}$	8	+7 $\frac{1}{2}$	+7 $\frac{1}{2}$
2.	<i>ab</i>	46 $\frac{3}{4}$	39	-7 $\frac{1}{4}$	
	<i>bc</i>	23 $\frac{1}{4}$	31	+7 $\frac{3}{4}$	
3.	<i>ab</i>	45 $\frac{1}{2}$	38 $\frac{1}{4}$	-7 $\frac{1}{4}$	
	<i>bc</i>	23 $\frac{1}{4}$	30	+6 $\frac{3}{4}$	

II. Theoretische Folgerungen.

1.

1) Die zu den Versuchen im vorigen Abschnitt angewendeten Drähte erleiden, wenn sie beträchtlich verlängert worden sind, und in diesem Zustande festgehalten werden, eine Abnahme ihrer Spannung.

2) Die zu den Versuchen im vorigen Abschnitt angewendeten Drähte erleiden, wenn sie beträchtlich verkürzt worden sind, und in diesem Zustande festgehalten werden, eine Zunahme ihrer Spannung.

Wir wollen alle Spannungen, welche ab , bc bei unseren Versuchen successive erhalten haben, mit Buchstaben bezeichnen:

mit P , Q ihre ursprünglichen Spannungen,

mit p , q nach momentaner Communication, im Augenblicke, wo die Klemme b sich schließt,

mit p' , q' nach momentaner Communication, längere Zeit, nachdem die Klemme b sich geschlossen hat,

mit p'' , q'' nach längerer Communication.

Aus der Natur der Sache leuchtet ein, daß

$$p'' = q'' = \frac{P + Q}{2}.$$

Da wir ferner, S. 187., bewiesen haben, daß auf p , q die Temperatur keinen Einfluß hat, so muß, wenn Gleichgewicht vorhanden ist, auch

$$p = q = \frac{P + Q}{2}.$$

Die Beobachtungen in der vorhergehenden Tabelle beweisen, daß ab bei p' Spannung weniger Schwingungen als bei p'' Spannung, bc bei q' Spannung mehr Schwingungen als bei q'' Spannung machte; folglich:

$$p' < p''$$

$$q' > q''.$$

folglich, wenn immer Gleichgewicht vorhanden war,

$$p' < p$$

$$q' > q$$

folg-

folglich haben wir, unter der Voraussetzung, daß immer Gleichgewicht vorhanden war, bewiesen, daß die *Spannung des verlängerten, und in diesem Zustande festgehaltenen Drahts ab* um

$$p - p' = \frac{P + Q}{2} - p'$$

abgenommen, die Spannung des verkürzten, und in diesem Zustande festgehaltenen Drahts bc um

$$q' - q = q' - \frac{P + Q}{2}$$

zugenommen hat.

Bisher haben wir *vorausgesetzt*, daß immer Gleichgewicht vorhanden war. Ich habe auch *wirklich* bei Anstellung der Versuche *so lange gewartet*, daß sich das Gleichgewicht herstellen konnte, und wegen der *Länge* des abzuwartenden Zeitraums einige Versuche gemacht.

In dem Augenblicke nämlich, wo *ab* verlängert und *bc* verkürzt wird, wird allerdings das Gleichgewicht aller ihrer Theile gestört, und weil jene Verlängerungen und Verkürzungen beträchtlich seyn, und schnell von Statten gehen sollen, so ist nicht zu vermeiden, ungeachtet die beiden äußersten Enden der Drähte fixirt sind, daß in ihrer Mitte kleine *Wellen* entstehen, oder Schwingungen, die längs dem Drahte hin und her laufen, und in partiellen Verdichtungen und Verdünnungen bestehen, welche zwar an Intensität allmählig abnehmen, doch aber zum gänzlichen Verschwinden einiger Zeit bedürfen. Schlösse man die Klemme *b* in einem Augenblicke, wo sich an dieser Stelle eine *verdichtende Welle* befände, so würde man für die nachherige Spannung *p'*, *q'* andere Resultate erhalten, als wenn man die Klemme *b* in einem Augenblicke schlösse, wo sich an der nämlichen Stelle eine *verdünnende Welle* befände.

Zur Vermeidung beider Abweichungen muß man mit der Schließung der Klemme *b* so lange anstehen, bis der zum Verschwinden der Wellen erforderliche Zeitraum ver-

flossen ist. Dieser Zeitraum ist bei der grossen Geschwindigkeit, mit der die Verdichtungs- und Verdünnungswellen am Drahte hin- und herlaufen, sehr klein, und ich habe durch Versuche mich überzeugt, dafs er die Dauer von $\frac{1}{4}$ Secunde in unseren Versuchen nicht überstieg *). Bei allen oben angeführten Versuchen habe ich diesen kurzen Zeitraum vor Schliessung der Klemme *b* abgewartet.

Uebrigens habe ich einige besondere Versuche gemacht, wo ich *absichtlich* jenen Zeitraum von $\frac{1}{4}$ Secunde *nicht* abwartete, und habe dann allerdings von den Wellen hervorgebrachte Störungen in der Spannung der Drähte beobachtet, die aber bald *grofs*, bald *klein*, bald *positiv*, bald *negativ* keiner Regel unterworfen, und mit unserer gesetzmässigen Abnahme und Zunahme der Spannung *nicht zu verwechseln* waren.

2.

Die Abnahme der Spannung der zu den Versuchen im vorigen Abschnitt angewendeten Drähte, nachdem

- *) Oeffnet man die Communication zwischen zwei durch eine Schleuse verbundenen Theilen eines Kanals, in denen das Niveau des Wassers verschieden ist, so wird eine lange Zeit vergehen, ehe die Niveaus beider Wasserbehälter sich ausgleichen und Ruhe und Gleichgewicht hergestellt wird; denn die Mittheilung der transversalen Bewegung von Wassertheilchen zu Wassertheilchen geht langsam vor sich. — Oeffnet man die Communication zwischen zwei Theilen einer Röhre, in deren einem Theile die Luft durch einen Stempel verdichtet oder verdünnt war, so gleicht sich der Barometerdruck in beiden Theilen der Röhre schnell aus, und es verschwinden schnell alle Luftwellen, welche dabei entstanden waren; denn die Mittheilung der Bewegung von Lufttheilchen zu Lufttheilchen geht rasch von Statten. — Oeffnet man die Communication zwischen zwei Metalldrähten, welche verschieden gespannt worden sind, so gleichen sich ihre Spannungen am schnellsten aus, und die dabei entstandenen Verdichtungs- und Verdünnungswellen verschwinden am schnellsten, denn die Mittheilung der Bewegung von Metalltheilchen zu Metalltheilchen ist am schnellsten, ungefähr 10 bis 17 Mal schneller, als von Lufttheilchen zu Lufttheilchen.

sie verlängert und in diesem Zustand festgehalten worden waren; und die Zunahme ihrer Spannung, nachdem sie verkürzt und in diesem Zustande festgehalten worden waren, entstand aus einer anderen Ursache, als aus der Ziehbarkeit oder Ductibilität der Metalle.

Es ist bekannt, daß man *Ziehbarkeit* oder *Ductibilität* der festen Körper, insbesondere der Metalle, die Eigenthümlichkeit derselben nennt, daß, wenn sie gewaltsam ausgedehnt oder gebeugt werden, und die ausdehnende oder beugende Kraft zu wirken aufhört, die durch dieselbe entstandene Verlängerung oder Beugung nur zum Theil verschwindet, zum Theil bleibt. Der erstere Theil der Ausdehnung oder Beugung, welcher wieder verschwindet, ist die Wirkung der *Elasticität* des Körpers; der letztere Theil der Ausdehnung oder Beugung, welcher von nun an für immer dem Körper eigen bleibt, ohne daß es einer Kraft zu seiner Erhaltung bedarf, ist als eine geringe *Änderung im Aggregatzustand* des Körpers zu betrachten, und ist die Wirkung seiner *Ziehbarkeit* oder *Ductibilität*. — Diese Wirkung der Ziehbarkeit oder Ductibilität der Körper ist nach Verschiedenheit der Umstände verschieden. Man kann z. B. ein *großes* Gewicht anwenden, um einen Metalldraht durch dasselbe auszudehnen: wenn nur das Gewicht *nicht lange* auf den Draht wirkt, so wird doch der Draht nach Wegnahme des Gewichts wieder genau oder fast genau seine *ursprüngliche* Ausdehnung annehmen, und folglich in dieser *kurzen* Zeit der Anspannung *keine* oder fast keine Wirkung seiner *Ziehbarkeit* erlitten haben. Die Wirkung seiner *Ziehbarkeit* wächst aber bis auf einen gewissen Punkt, wenn die Anspannung *länger* dauert, wenn sie mehrere Stunden, mehrere Tage lang währt, woraus eine Verschiedenheit der Ausdehnung der Metalldrähte, nach einer plötzlichen, einen Augenblick dauernden Anspannung, und nach einer lang dauernden Anspannung entstehen muß, die auf den ersten Anblick als einzige

Ursache oder als Mitursache der von uns beobachteten Erscheinungen betrachtet werden könnte.

Durch folgende Betrachtungen soll dargethan werden, daß die Ziehbarkeit der Metalle nicht die Ursache der beschriebenen Erscheinung ist.

Erstens. Im 17. Bande dieser Annalen, S. 227., habe ich einige Versuche mitgetheilt, welche ich seit dieser Zeit mehrfach wiederholt und bestätigt gefunden habe, aus denen sich eine Methode ergibt, die Metalldrähte so zu präpariren, daß die Wirkung ihrer Ziehbarkeit sich in sehr vielen Fällen (bei lang dauernder Anspannung, wie bei kurz dauernder) auf Null reducirt. Diese Präparation der Drähte besteht in der größten Anspannung, welche sie, ohne zu zerreißen, vertragen, und in ihrem Verharren, während einiger Zeit, in diesem Zustande. Die Drähte welche ich zu meinen Versuchen gebraucht habe, waren vorher dieser Präparation unterworfen worden, wodurch ich mich also in allen meinen Versuchen vor allen Wirkungen der Ziehbarkeit sicher gestellt hatte. Folglich ist die beschriebene Erscheinung keine Wirkung der Ziehbarkeit, was zu beweisen war.

Zweitens. Wenn sich durch das angegebene Verfahren die Wirkung der Ziehbarkeit nicht hätte beseitigen lassen, so würde sich durch die *Dauer* ihrer Wirkung, was von ihr her herrühre, haben erkennen lassen. Die Wirkung der Ziehbarkeit (wenn eine solche vorhanden ist) dauert bei verschiedenen Metallen und unter verschiedenen Umständen verschieden lang, mehrere Tage, mehrere Stunden, selten bloß mehrere Minuten lang. — Ich habe die Klemme *b* bei einigen der im vorigen Abschnitte beschriebenen Versuche sechs Secunden lang nach der Verlängerung von *ab* offen gelassen und dann geschlossen, und darauf keine Abnahme der Spannung des Drahts *ab* beobachtet. — Da nun eine in Folge der Ziehbarkeit der Metalle entstehende Abspannung stets länger als sechs Secunden anhält, so ergibt sich hieraus, daß

die durch die Versuche im vorigen Abschnitt nachgewiesene Abnahme der Spannung des Drahts *ab* aus einer anderen Ursache, als aus der Ziehbarkeit oder Ductibilität der Metalle herrührte, was zu beweisen war.

Drittens. Die Ziehbarkeit der Metalle, wenn sie bei unseren Versuchen eingewirkt hätte, würde, wie eben nachgewiesen, die *Abnahme* der Spannung des verlängerten Drahts *ab* nicht hinreichend erklärt haben; sie würde aber, ihrer Natur nach, noch weit weniger die *Zunahme* der Spannung des verkürzten Drahts *bc* erklärt haben, denn sie kann unter *keinen* Verhältnissen die Spannung *vermehrhen*.

3.

1) *Die Abnahme der Spannung, welche die zu den Versuchen im vorigen Abschnitt angewendeten Drähte erlitten, wenn sie beträchtlich verlängert und in diesem Zustande fest gehalten wurden, entstand durch eine Temperaturerhöhung des Drahts.*

2) *Die Zunahme der Spannung, welche die zu den Versuchen im vorigen Abschnitt angewendeten Drähte erlitten, wenn sie beträchtlich verkürzt und in diesem Zustande festgehalten wurden, entstand durch eine Temperaturenniedrigung.*

Durch die bisher gemachten Erfahrungen ist man in der Physik zu der Ueberzeugung gelangt, daß die Spannung eines Körpers im Allgemeinen von dreierlei abhängt: 1) von seiner Temperatur; 2) von seinen Dimensionen in allen einzelnen Richtungen; 3) von seiner Ziehbarkeit oder Ductibilität, in dem Falle, daß so große äußere Kräfte auf ihn wirken, daß seine natürliche Form und Dichtigkeit eine Aenderung erleidet.

Nun leuchtete aus der Einrichtung unseres Apparats, wie schon in §. 1. ausgesprochen worden ist, ein, daß die Abnahme der Spannung eines verlängerten Drahts, und die Zunahme der Spannung eines verkürzten Drahts nicht die Folge seiner *Ausdehnung* oder *Zusammenzie-*

hung war, da eine solche gar nicht stattfand; sie waren aber auch nicht, nach §. 2., die Folge der *Ziehbarkeit* oder *Ductibilität*; folglich müssen sie eine Folge der *Temperatur* des Drahts gewesen seyn, und es muß die *Temperatur* des Drahts in dem einen Falle gestiegen, in dem anderen Falle *gesunken* seyn, was zu beweisen war.

4.

Dafs im vorigen §. nachgewiesene Steigen und Fallen der Temperatur des Drahts rührt von einer Ungleichheit in der Temperatur des Drahts und der umgebenden Luft her, die durch die Verlängerung und Verkürzung des Drahts verursacht worden ist, und zwar ist die Temperatur des Drahts durch die Verlängerung unter die der Luft erniedrigt, durch die Verkürzung über die der Luft erhöht worden.

Wir wollen

- 1) beweisen, dafs die Verlängerung und Verkürzung die *Ursache* der Temperaturänderungen im Drahte waren;
- 2) dafs durch die *Verlängerung* eine *Temperaturerniedrigung*, durch die *Verkürzung* eine *Temperaturerhöhung* des Drahts entstand.

1) Wenn die Temperatur eines Drahtes steigt oder sinkt, so muß das Gleichgewicht der Wärme gestört worden seyn. Das Gleichgewicht der Wärme konnte aber im Drahte und der ihn umgebenden Luft weder *vor* noch *nach* seiner Verlängerung gestört worden seyn; denn weder vorher noch nachher war ihm Wärme von *aussen* mitgetheilt worden, weder vorher noch nachher hatte er in seiner inneren Constitution eine Aenderung erlitten, durch die eine *innere* Wärmequelle hätte eröffnet werden können. Das Gleichgewicht der Wärme war folglich während der Verlängerung und Verkürzung des Drahts selbst gestört worden. Da nun die Temperatur des Drahts bei der Verlängerung und Verkürzung durch keinen *äusseren* Einfluß gestört worden war, so mußte *durch die*

Verlängerung und Verkürzung selbst eine *innere Wärmequelle* eröffnet worden seyn, was zu beweisen war.

2) Aus den Gesetzen der Fortpflanzung der Wärme wissen wir, daß ein Körper, dessen Temperatur über die Temperatur der umgebenden Körper erhöht, oder unter dieselbe erniedrigt worden ist, wenn keine neue Störung erfolgt, in Kurzem *die Temperatur der umgebenden Körper* annimmt.

Darnach mußten auch unsere Drähte, als sie ungestört sich selbst überlassen wurden, in Kurzem *die Temperatur der sie umgebenden Luft* und eine dieser Temperatur entsprechende constante Spannung annehmen. — Wirklich haben wir gesehen, daß die Drähte schon nach sechs Secunden eine solche constante Spannung annahmen. — Weil aber während dieser sechs Secunden die Spannung des Drahts nach einer *Verlängerung abgenommen*, nach einer *Verkürzung zugenommen* hatte, so mußte der Draht im Augenblicke der *Verlängerung* eine *niedrigere Temperatur*, im Augenblicke der *Verkürzung* eine *höhere Temperatur* erhalten haben.

Anmerk. Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß die Ursache der Abnahme und Zunahme der Spannung des Drahts nach seiner Verlängerung und Verkürzung denselben Gesetzen der *Fortpflanzung*, wie die *Wärme*, unterworfen ist. Wollte man daher jene Abnahme und Zunahme der Spannungen von einer noch *unbekannten* Ursache ableiten (wenn man außer Temperatur, Elasticität und Ziehbarkeit oder Conductibilität eine solche zulassen wollte), so müßte man von dieser neuen Ursache annehmen, daß sie von der Wärme zwar *verschieden* sey, aber dennoch der Wärme ganz *analog* wirke, in welchem Falle für uns kein hinreichender Grund vorhanden zu seyn scheint, sie von der Wärme zu scheiden. Sie ist nämlich wie die *Wärme* eine Ursache der *Spannung*, die, nachdem sie eine Vermehrung oder Verminderung der Spannung in irgend einem Körper, ohne

eine entsprechende Vermehrung oder Verminderung in der der umgebenden Körper, hervorgebracht hat, gleich wie nach den Gesetzen, nach denen sich die Wärme fortpflanzt, aus dem *ersten* Körper bald verschwindet.

5.

Die Anzahl t der Grade nach der 100 theiligen Skale zu berechnen, um welche die Temperatur des Drahts 1) in unseren Versuchen, 2) überhaupt nach r maliger Verlängerung und nach r maliger Verkürzung fällt und steigt.

Wenn die Spannung der Drähte ab und bc ausgeglichen und $= \frac{P+Q}{2}$ (nach Seite 192.), so sey n die Zahl der Schwingungen von ab in einer Secunde und n' für bc *).

$n - \mu$ sey die Zahl der Schwingungen von ab nach Abnahme seiner Spannung;

$n' + \mu'$ sey die Zahl der Schwingungen von bc nach Zunahme seiner Spannung,

so erhalten wir für $n, n', n - \mu, n' + \mu'$ nach den Gesetzen schwingender Saiten folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} n &= \frac{1}{l} \sqrt{\frac{2g}{\pi}} \sqrt{\frac{P+Q}{2}} \\ n' &= \frac{1}{l'} \sqrt{\frac{2g}{\pi'}} \sqrt{\frac{P+Q}{2}} \\ n - \mu &= \frac{1}{l} \sqrt{\frac{2g}{\pi}} \sqrt{\frac{P+Q}{2} - p} \\ n' + \mu' &= \frac{1}{l'} \sqrt{\frac{2g}{\pi'}} \sqrt{\frac{P+Q}{2} + p'}, \end{aligned}$$

wo l und l' die Länge von ab und bc ;

p und p' die Abnahme und Zunahme ihrer Spannung;

π und π' das Gewicht eines Stücks von ab und bc von der Gröfse der Längeneinheit,

*) Wenn die Drähte ab und bc von gleicher Materie, Länge und Dicke sind, ist $n = n'$.

g die Länge des Fallraums im leeren Raume für die erste Secunde.

Daraus folgt:

$$p = \frac{n^2 l^2 \pi}{2g} - \frac{(n-\mu)^2 l^2 \pi}{2g} = \frac{n\mu l^2 \pi}{g} - \frac{\mu^2 l^2 \pi}{2g}$$

$$p' = \frac{(n'+\mu')^2 l'^2 \pi'}{2g} - \frac{n'^2 l'^2 \pi'}{2g} = \frac{n'\mu' l'^2 \pi'}{g} + \frac{\mu'^2 l'^2 \pi'}{2g}$$

Da l und l' , π und π' , μ und μ' fast gleich oder ganz gleich sind, und μ im Verhältniß zu n sehr klein, so kann man für p und p' den einfacheren Ausdruck setzen:

$$p = p' = \frac{n\mu l^2 \pi}{g}.$$

Wie groß muß eine Temperatur-Erhöhung oder Erniedrigung gewesen seyn, um die Spannung um $\frac{n\mu l^2 \pi}{g}$ zu vermindern oder zu vermehren?

Eine Kraft, welche die Spannung um $\frac{n\mu l^2 \pi}{g}$ verminderte, würde bei *constanter* Spannung den Draht um $dl = \frac{n\mu l^2 \pi}{g} \cdot \alpha$ ausgedehnt haben, wo α *constant* ist; denn Spannung und Ausdehnung elastischer Körper sind einander *proportional*.

Zur Bestimmung von α (der Ausdehnung des Drahts bei Zunahme seiner Spannung um eine Gewichtseinheit) giebt Poisson in seiner Abhandlung über die Elasticität fester Körper in den *Mémoires de l'Acad. Paris* 1829, T. VIII. p. 430.

$$\alpha = \frac{2l}{5k\omega},$$

wo k ein Maass der elastischen Kraft der Materie, ω die Größe der Durchschnittsfläche des Drahts. Folglich:

$$dl = \frac{n\mu l^2 \pi}{g} \cdot \frac{2l}{5k\omega}$$

und

$$\frac{dl}{l} = \frac{2n\mu l^2 \pi}{5gk\omega}.$$

Eine Temperaturerhöhung von t^0 , welche den Draht um $\frac{2n\mu l^2 \pi}{5gk\omega}$ Theile seiner Länge ausdehnt, beträgt in Graden der 100theiligen Skale:

$$t' = \frac{1}{k} \cdot \frac{2n\mu l^2 \pi}{5gk\omega},$$

wo k der von Lavoisier und Laplace gemessene *Ausdehnungscoefficient* fester Körper für 1^0 Temperaturerhöhung in Theilen seiner Länge ausgedrückt bezeichnet.

Folglich war die Temperatur von ab durch eine von $\frac{Q-P}{2}$ *) hervorgebrachte Verlängerung $\frac{2}{5k\omega} \cdot \frac{Q-P}{2}$ um

$$t' = \frac{2n\mu l^2 \pi}{5gk'k\omega} \quad (1)$$

Grade der 100theiligen Skale erniedrigt worden. Durch eine r malige Verlängerung würde sie um

$$\frac{5k\omega}{Q-P} \cdot r$$

mal so viel Grade erniedrigt worden seyn; folglich:

$$t = \frac{5k\omega}{Q-P} \cdot r \cdot \frac{2\mu n l^2 \pi}{5gk'k\omega} = \frac{2\mu n l^2 \pi}{gk'(Q-P)} \cdot r \quad (2)$$

Für den andern Draht bc ist der Werth von μ eben so groß, nach unseren Beobachtungen (siehe S. 188.), aber negativ; folglich ist der Werth von t für bc eben so groß als für ab , giebt aber für bc eine Temperaturerhöhung, statt der Temperaturerniedrigung für ab .

6.

Die Anzahl t der Grade nach der 100theiligen Skale zu berechnen, um welche die Temperatur des Drahts ab in den Seite 189. bis 191. angeführten Versuchen fiel und die des Drahts bc stieg.

*) Vor der Verlängerung war ab durch P gespannt; bei der Verlängerung durch $\frac{Q+P}{2}$ (siehe S. 187.), folglich war die Spannung um $\frac{Q+P}{2} - P = \frac{Q-P}{2}$ vermehrt worden.

Nach §. 5. ist die gesuchte Anzahl Grade nach Formel (1):

$$t' = \frac{2n\mu l^2 \pi}{5gkK\omega}$$

zu berechnen, worin für $n, \mu, l, \pi, g, k, K, \omega$ ihre Werthe zu setzen sind. — Der Werth von n, μ, l ist für jeden Draht verschieden, und kann aus den Versuchen S. 189. bis 191. und nach der Formel für n S. 200. angegeben und berechnet werden, wodurch man folgende Werthe erhält:

für Eisen

$$n = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{2g}{\pi}} \sqrt{\frac{P+Q}{2}} = \frac{1}{257} \sqrt{\frac{4348 \cdot 1300}{2,878}} \sqrt{4000} = 345$$

$$\mu = \frac{1}{3} \cdot 7 \frac{1}{8} = 1,425 *)$$

$$l = 257 \text{ Linien;}$$

für Kupfer

$$n = \frac{1}{240} \sqrt{\frac{4348 \cdot 1300}{3,332}} \sqrt{3700} = 330$$

$$\mu = \frac{1}{3} \cdot 6 \frac{1}{3} = 1,267 *)$$

$$l = 240 \text{ Linien;}$$

für Silber

$$n = \frac{1}{184} \sqrt{\frac{4348 \cdot 1300}{4,4815}} \sqrt{3000} = 334$$

$$\mu = \frac{1}{3} \cdot 5 \frac{5}{6} = 1,063 *)$$

$$l = 184 \text{ Linien;}$$

- *) Der Werth von μ ist auf folgende Weise berechnet. Es wurden die beiden Zahlen in den letzten Columnen der Tabellen, S. 189. bis 191., ohne Rücksicht auf ihr Vorzeichen summiert, und durch 5 getheilt. Wir können nämlich für nachgewiesen ansehen, daß die Schwingungen von ab um gleich viel sich vermindern, als die von bc sich vermehren; daher die Mittelzahl aus ihnen beiden genommen wird. Diese Mittelzahl muß aber verdoppelt werden, weil in unseren Versuchen nach Schwebungen gerechnet wurde; jede *Schwebung* aber, wie bekannt ist, einer Doppelschwingung oder zwei einfachen Schwingungen entspricht. Durch 5 muß endlich das Resultat getheilt werden, um die Schwingungen für eine Secunde zu erhalten, während die Beobachtungen auf 5 Secunden sich beziehen.

für Platin

$$n = \sqrt[1\frac{1}{3}]{\frac{4348.800}{6,253}} \sqrt{2400} = 323$$

$$\mu = \frac{1}{3} \cdot 15\frac{1}{3} = 3\frac{1}{3}$$

$$l = 113 \text{ Linien.}$$

k' nehmen wir aus der von Lavoisier und Laplace gegebenen Tabelle

$$\text{für Eisen } k' = \frac{1}{81187}$$

$$\text{- Kupfer } k' = \frac{1}{38200}$$

$$\text{- Silber } k' = \frac{1}{52363}$$

$$\text{- Platin } k' = \frac{1}{116748}$$

g ist für alle Drähte und für alle Versuche = 2174 Lin.

$\frac{\pi}{\omega}$ ist (da π das Gewicht eines Stücks Draht ist, dessen Volumen = ω) das spezifische Gewicht des Drahts

$$\text{für Eisen } \frac{\pi}{\omega} = 7,79 \cdot a$$

$$\text{- Kupfer } \frac{\pi}{\omega} = 8,88 \cdot a$$

$$\text{- Silber } \frac{\pi}{\omega} = 10,48 \cdot a$$

$$\text{- Platin } \frac{\pi}{\omega} = 21,04 \cdot a$$

wo a das Gewicht einer Kubikeinheit Wasser ist. Da wir die Pariser Linie zur Einheit nehmen, so ist:

$$a = 0^{\text{m}},01148.$$

Zur Bestimmung des Coëfficienten k endlich, der für jedes Metall verschieden ist, und von der Elasticität desselben abhängt, habe ich mit den nämlichen Drahtstücken, die zu den Versuchen S. 189. bis 191. dienten, besondere Messungen angestellt, und habe daraus

$$\text{für Eisen } k = 39800000$$

$$\text{- Kupfer } k = 29800000$$

$$\text{- Silber } k = 14500000$$

$$\text{- Platin } k = 31600000$$

gefunden *).

*) Ich fand:

$$\text{für Eisen die Verlängerung } a = 4^{\text{l}},05$$

Substituiren wir diese Werthe in der Formel:

$$t' = \frac{2n\mu l^2 \pi}{5gkK\omega}$$

so finden wir die Anzahl t' der Grade nach der 100theiligen Skale, um welche die Temperatur des Drahts ab in den S. 189 bis 191. mitgetheilten Versuchen fiel, und die des Drahts bc stieg nämlich:

für Eisen	1°,092
- Kupfer	0,883
- Silber	0,960
- Platin	2,073

7.

Die Verlängerung oder Verkürzung zu berechnen, welche erforderlich ist, um die Temperatur des Drahts um 100° zu erniedrigen oder zu erhöhen.

Nach §. 5. ist die gesuchte Verlängerung oder Verkürzung r nach der Formel (2) zu berechnen:

$$100 = \frac{2n\mu l^2 \pi}{gk(Q-P)} \cdot r$$

für eine Spannung $p = 7660$ Grm.
bei einer Länge $l = 1300$ Lin.

für Kupfer $\alpha = 3^1,76$
 $p = 5410$ Grm.
 $l = 1300$ Lin.

für Silber $\alpha = 4^1,63$
 $p = 3700$ Grm.
 $l = 1300$ Lin.

für Platin $\alpha = 1^1,016$
 $p = 2000$ Grm.
 $l = 1300$ Lin.

woraus sich nach Poisson's Formel $k = \frac{2lp}{5\alpha\omega}$ (siehe *Mém. de l'Acad. Paris 1829, T. VIII. p. 430.*) die oben angeführten Werthe von k ergeben, wenn man für ω der Reihe nach folgende Werthe setzt:

2,878	3,332	4,4815	6,253
1300. 7,79. α	1300. 8,88. α	1300. 10,48. α	800. 21,04. α

$$\text{oder } r = \frac{gk(Q-P)}{2\mu n l^2 \pi} \cdot 100,$$

oder wenn man nach §. 5. t' an die Stelle von

$$\frac{2n\mu l^2 \pi}{5gk k' \omega}$$

setzt

$$r = \frac{Q-P}{5k\omega} \cdot \frac{100}{t'}$$

Hieraus ergibt sich:

- für Eisen $r=0,112$
- Kupfer $r=0,121$
- Silber $r=0,200$
- Platin $r=0,030$

8.

Die Temperatur eines Drahts im Augenblicke einer Verlängerung oder Verkürzung ändert sich vermöge der Volumenänderung, welche der Draht dabei erleidet, nicht aber wegen der Friction bei Verschiebung seiner Theile.

Die flüssigen Körper, besonders die luftförmigen Körper, kann man auf eine Weise zusammendrücken, daß alle ihre Theile einander genähert werden, das Volumen der flüssigen Masse daher verkleinert wird, ohne dabei die gegenseitige Lage der Theile zu ändern. Man kann dabei die dadurch hervorgebrachten Temperaturänderungen beobachten, welche dann offenbar einzig und allein die Folge der Volumenänderungen sind. — Wollte man dasselbe Verfahren auf feste Körper anwenden, so würde man zwar ebenfalls ihr Volumen etwas vermindern können, ohne die gegenseitige Lage ihrer Theile abzuändern; aber man würde nicht im Stande seyn, die dadurch hervorgebrachten Temperaturänderungen zu beobachten. Das einzige Mittel, welches wir kennen, um die durch plötzliche Compression hervorgebrachte Temperaturänderung zu beobachten, ist das in dieser Abhandlung aus einandergesetzte Verfahren, wobei die Ausdehnung oder Ver-

längerung des Drahts nicht ausschliessend durch eine *Volumenzunahme* seiner Materie, sondern zum Theil auch durch eine gleichzeitige *Verschiebung* seiner Theile effectuirt wird *). — Es fragt sich, wird bei diesem *doppelten* Vorgange (bei diesen in festen Körpern mit einander verbundenen Aenderungen der *Lage* und der *Dichtigkeit* der Metalltheilchen) die in den vorigen Paragraphen nachgewiesenen und berechneten Temperaturdifferenzen durch die *Volumenänderung*, oder durch die *Friction* der Theilchen an einander bei ihrer Verschiebung, oder durch *beides* zugleich hervorgebracht.

Aus dem Gesetze, dem die Temperaturänderung bei Verlängerung und Verkürzung des Drahts unterworfen ist, geht hervor, dass die *Friction* nicht die einzige Ursache der ausgemittelten Temperaturänderungen seyn könne, und auch an diesen Temperaturänderungen keinen Theil haben könne. Es ist nämlich durch unsere Versuche nachgewiesen worden, dass die mit der Verlängerung und die mit der Verkürzung eines Drahts verbundenen Temperaturänderungen *gleich* und *entgegengesetzt* sind. Nun ist nach unserer Vorstellung von der *Friction* der Theilchen an einander im Wesen der *Friction* und in ihren Wirkungen kein Unterschied, je nachdem die die *Friction* veranlassende Bewegung vorwärts oder rückwärts geschieht. Da folglich bei *gleich intensiven*, aber *entgegengesetzten* Verschiebungen die *Friction* dieselbe ist, und *gleiche* Wirkungen hervorbringt, so kann dieselbe nicht in dem *einen* dieser beiden Fälle Ursache der *Temperaturerhöhung*, in dem *anderen* Ursache der *Temperaturerniedrigung* seyn, sondern die gleichzeitige *Volumenänderung* (welche in dem *einen* Falle eine *Volumenverminderung*, in dem *anderen* Falle eine *Volumenvermehrung* ist) muss in dem *einen* dieser Fälle die *Temperaturerhöhung*, in dem *anderen* die *Temperaturerniedrigung* erzeugen, was zu beweisen war.

*) Diese Annal. Bd. 13. S. 394.

9.

Da nach Poisson (diese Ann. Bd. 13. S. 394.) mit einer r maligen Verlängerung oder Verkürzung eines Drahts eine $\frac{r}{2}$ malige Verdünnung oder Verdichtung verbunden ist, so ergibt sich hieraus und aus dem vorbergehenden Paragraph, daß die Temperatur bei folgenden Metallen um 100° steigt oder fällt, wenn

Eisen um $\frac{1}{18}$

Kupfer um $\frac{1}{16}$

Silber um $\frac{1}{16}$

Platin um $\frac{1}{67}$

comprimirt oder dilatirt werden.

10.

Die specifische Wärme der Metalle bei constantem Volumen ist verschieden von ihrer specifischen Wärme bei constantem Drucke.

Es ist aus Versuchen mit den Gasen und Dämpfen bekannt, daß ein Körper *gleiche Wärmemenge* enthalten und dabei doch *verschiedene Temperaturen* annehmen, oder *gleiche Temperatur* erhalten und dabei doch *verschiedene Wärmemengen* in sich aufnehmen kann, je nachdem er in einen *größeren* oder *kleineren Raum* zusammengedrängt wird.

Es ist dies eine von der Luft, allen Gasen und Dämpfen nachgewiesene Eigenschaft (dies. Ann. Bd. 16. S. 438.); sie alle können bei jeder *Vergrößerung* oder *Verkleinerung* ihres *Volumens*

ihre *Wärme* beibehalten; müssen aber dann eine *niedere* oder *höhere Temperatur* annehmen, oder

ihre *Temperatur* beibehalten; müssen aber dann von Außen etwas Wärme in sich aufnehmen oder von Innen etwas Wärme herausgeben.

Angenommen nun, daß der Körper seine *Temperatur* beibehielte, so heiße α die Wärme, welche der Körper bei r maliger Vergrößerung oder Verkleinerung sei-

nes

nes Volumens in sich aufnehmen oder herausgeben muß.
 — Ferner heiße β die *Wärme*, welche ein Körper, um eine 1° höhere Temperatur zu erhalten, in sich aufnehmen muß. Nun ist mit der Erhöhung der Temperatur um 1° zugleich eine $3k$ malige Vergrößerung des *Volumens* verbunden, wenn k die Längenausdehnung ist.
 — Wenn wir die der $3k$ maligen Vergrößerung des *Volumens* entsprechende Wärme, $= \frac{3k}{r} \cdot \alpha$, von β ab-

ziehen, so erhalten wir die Wärme $\beta - \frac{3k}{r}$, welche der Körper, um eine 1° höhere Temperatur zu erhalten, in sich aufnehmen muß, *wenn sein Volumen constant ist*.

Die Wärme β pflegt man die spezifische Wärme des Körpers *bei constantem Drucke*, die Wärme $\beta - \frac{3k}{r} \alpha$ die spezifische Wärmen *bei constantem Volumen* zu nennen *).

Wenn ein Körper bei *größerm* Volumen eine *größere* Quantität Wärme bedarf und in sich aufnimmt, als bei kleinerem Volumen, so ist bei plötzlicher Verminderung seines Volumens ein Theil der von ihm aufgenommenen Wärme *überflüssig*, und dieser Ueberschufs an Wärme bringt eine fernere *Erhöhung seiner Temperatur* hervor.

Da wir nun umgekehrt bei mehreren *festen* Körpern beobachtet haben, dafs bei plötzlicher Verminderung ihres Volumens eine *Erhöhung ihrer Temperatur* entstand;

*) Für alle Gase, welche *chemische Elemente* sind, hat Dulong nachgewiesen, dafs die *Wärme*, welche sie, bei constanter Temperatur, in Folge einer 0,00375maligen Vergrößerung ihres Volumens in sich aufnehmen müssen, zur *Wärme*, welche sie, bei constantem Volumen, zur Erzeugung einer 1° höheren Temperatur in sich aufnehmen müssen, sich verhalte, wie

$$0,42:1;$$

folglich die beiden spezifischen Wärmen, wie

$$1,42:1.$$

folglich ein *Ueberschufs an Wärme* vorhanden war: so schliessen wir daraus, dafs diese festen Körper bei einem *größeren* Volumen eine *größere* Quantität Wärme, bei *kleinerem* Volumen eine *kleinere* Quantität Wärme bedürfen und in sich aufnehmen; folglich, mit andern Worten, dafs ihre specifische Wärme bei *constantem Drucke* größer als bei *constantem Volumen* sey, was zu beweisen war.

11.

Die specifische Wärme β der festen Körper bei constantem Drucke ist bekannt, und sie beträgt nach Du-Long's Versuchen

- für Eisen $\beta = 0,1100$
- Kupfer $\beta = 0,0949$
- Silber $\beta = 0,0557$
- Platin $\beta = 0,0314,$

wenn die des Wassers = 1 genommen wird (s. Annal. Bd. 6. S. 394.).

12.

Die specifische Wärme β fester Körper bei constantem Volumen zu berechnen.

Nach §. 10. ist

$$\beta' = \beta - \frac{3k}{r}\alpha,$$

wo α die Wärme bezeichnet, welche ein Körper, der seine Temperatur beibehält, in Folge einer *r maligen* Vergrößerung des Volumens in sich aufnehmen mufs. — In Folge derselben *r maligen* Vergrößerung des Volumens, haben wir §. 5. bewiesen, sinkt, wenn er *keine* Wärme in sich aufnimmt noch heraus giebt, seine Temperatur um

$$t^0 = \frac{2n\mu l^2 \pi}{gk(Q-P)} : r.$$

Folglich mußte α , wenn es das Sinken der Temperatur um t^0 hindern sollte, seyn:

$$\alpha = t \left(\beta - \frac{k'}{2r} \alpha \right)^*,$$

$$\alpha = \frac{2rt}{2r + k't} \cdot \beta;$$

$$\text{folglich } \beta = \beta \left(1 - \frac{3k't}{r + \frac{1}{2}k't} \right),$$

und wenn wir hierin für β , k' , t , r , die in den vorhergehenden §§. erhaltenen Werthe substituiren, so erhalten wir

für Eisen $\beta' = 0,1026$

- Kupfer $\beta' = 0,0872$

- Silber $\beta' = 0,0525$

- Platin $\beta' = 0,0259$

Erklärung der Kupfertafel II.

Fig. 1. ist die Klemme a zur Befestigung des Endes α des Drahts ab . Diese Klemme wird im Laufe der Versuche nicht geöffnet. Damit sie keinen zu tiefen Eindruck in den Draht ab mache, ist mit dem Drahte zugleich ein Stückchen Blech α eingeklemmt worden.

Fig. 2. ist die Kugel b , durch welche ab , bc in Verbindung stehen. Aus glashartem Stahle hat Hr. Oertling in Berlin eine Kugel von $8\frac{1}{2}$ Linien Durchmesser verfertigt, die aus 2 von einander zunehmenden Halb-

*) Wäre die Temperatur um t° gefallen, und hätte sich der Körper zugleich um $3k't$ zusammengezogen, so wäre

$$\alpha = t \cdot \beta$$

hätte sich der Körper um 0 zusammengezogen, so wäre

$$\alpha = t \cdot \beta - 3k't \cdot \frac{\alpha}{r}$$

In der That kann man sich vorstellen, daß der Draht um $3k't$ sich zusammenzog, daß er aber zugleich durch Spannung um $k't$ verlängert wurde, wobei sein Volumen um $\frac{1}{2}k't$ zunahm (siehe Annal. Bd. 13. S. 394.), so daß die Zusammenziehung

$$= 3k't - \frac{1}{2}k't = \frac{5}{2}k't$$

war, woraus sich der oben genannte Werth von α ergibt.

kugeln besteht. In eine Furche $\alpha\beta$ der einen Halbkugel wurde ein Stahldraht von der anzuwendenden Dicke gelegt, und auf den Stahldraht die andere gleichfalls mit einer Furche versehene Halbkugel; während die beiden Halbkugeln zusammengedrückt wurden, wurde der Draht mit Schmirgel in die Furchen eingeschliffen, so daß diese Furchen eine platte, halbcylindrische Form erhielten. Zur Befestigung beider Halbkugeln an einander ist über der Furche, auf der einen Halbkugel, ein Steg $\gamma\delta\epsilon\zeta$ aufgeschraubt worden, unter welchem der Draht weggeleitet werden kann, und in welchen von oben eine Schraube $\eta\eta$ der andern Halbkugel in die Oeffnung ϑ eingreift. Durch diese Vorrichtung können die beiden Halbkugeln, und, mit ihnen, der durchgezogene Draht so fest eingeklemmt werden, daß er sich nicht verschiebt, auch wenn man eine Kraft anwendet, bei welcher der Draht zerreißt. Außerdem wird der Draht hierbei gar nicht beschädigt, er behält seine Cylinderform und erhält nicht einmal einen sichtbaren Eindruck.

Fig. 3. A stellt die Klemme b , oder die beiden Flächen dar, welche der eben beschriebenen Kugel von entgegengesetzten Seiten genähert und an sie gedrückt werden können. Und zwar wird die Fläche $\alpha\beta$ durch die Schraube γ , die Fläche $\delta\epsilon$ durch den Hebel $\zeta\eta$ bewegt. — Die Wirkung des Hebels $\zeta\eta$ zur Verschiebung der Fläche $\delta\epsilon$ ist bei B , der Deutlichkeit wegen besonders dargestellt. $\delta\epsilon\vartheta k$ liegt in einer Vertiefung des Hebels bei ϑk , und wird darin durch eine Feder r zurückgehalten. Wird der Hebel vorwärts oder rückwärts gedreht, so wird $\delta\epsilon\vartheta k$ aus dieser Vertiefung herausgetrieben und vorwärts geschoben.

Fig. 4. stellt den S. 186. erwähnten, festen, durchbohrten Körper dar, durch welchen der Draht hindurchgeht, um nicht von der Klemme c beschädigt zu werden. Er besteht aus zwei Hälften, die zusammengeschraubt wer-

den können, und zwischen welchen der Draht in eine Furche eingeschliffen worden ist. Das eine Stück hat einen rechtwinklichen Ansatz $\alpha\beta$, welcher in die Klemme c festgeklemt wird.

Fig. 5. stellt die Verbindung des Apparats Fig. 4. mit der Klemme c dar.

Fig. 6. stellt den ganzen Apparat in 10maliger Verkleinerung dar, während die einzelnen Stücke in den fünf ersten Figuren in natürlicher Gröfse gezeichnet worden sind.

II. *Ueber die Messung elektrischer Ströme, oder Vorschlag zu einem vergleichbaren Galvanometer; von Hrn. Leopold Nobili in Reggio.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. 43. p. 146.*)

Bekanntlich ist der Galvanometer zur Messung elektrischer Ströme bestimmt; allein eben so bekannt ist, daß die Messungen, welche er liefert, nicht vergleichbar mit einander sind. Als Instrument zur Untersuchung besitzt der nach meinen Principien construirte Galvanometer alle nur zu wünschende Empfindlichkeit; als Instrument zur Messung erfüllt er aber bei weitem seine Zwecke nicht. Es fehlt ihm dazu die wesentlichste Eigenschaft, die *Vergleichbarkeit*. Ueberdies liefert er seine Angaben in Bogentheile, und die Beziehung zwischen der Winkel-Ablenkung und der wirklichen Kraft des Stroms ist durchaus unbekannt. Ich habe sehr viele Proben und Versuche gemacht, um vergleichbare Galvanometer zu verfertigen, so wie auch um die Intensität des Stroms für jeden Punkt der galvanometrischen Skale aufzufinden. Beide Untersuchungen erforderten viele Zeit und Mühe; allein

dessen ungeachtet habe ich gesucht möglichst gut zum Ziele zu gelangen. Diese Abhandlung enthält die Resultate meiner Bemühungen, und zerfällt, nach ihrem Gegenstande, in zwei Abtheilungen; in der ersten beschäftigen wir uns mit der Vergleichbarkeit, und im zweiten mit der Art, die Grade des Instruments in Zahlen zu berechnen.

Erste Abtheilung.

Vom vergleichbaren Galvanometer.

Der Galvanometer, den ich zum Messen elektrischer Ströme vorschlage, ist auf Fig. 1. Taf. III. *) abgebildet. Er besteht wesentlich aus zwei Theilen, aus einem Rahmen mit vier Multiplicatoren, und aus einer Magnetnadel, versehen mit einem messingenen Zeiger. Am Schlusse dieser Abhandlung wird man eine ausführliche Beschreibung dieses Instruments finden; hier genüge es, eine Idee von den beiden Haupttheilen zu geben.

Rahmen mit vier Multiplicatoren.

Dieser ist von Holz und in der Mitte von einer Schnur bedeckt, die vier Windungen um ihn macht. Diese Schnur besteht aus vier Kupferdrähten, die zusammengedreht, jedoch zu ihrer Isolirung mit Seide übersponnen sind. Diese Drähte haben sämmtlich gleichen Durchmesser und gleiche Länge. Man erhält demnach vier ganz ähnliche Multiplicatore, weil die Drähte, aufser ihrer Gleichheit, auch symmetrisch um den Rahmen gewickelt sind. Wenn die Drähte nicht zusammengedreht worden sind, ist die Bedingung der Symmetrie niemals vollkommen erfüllt.

Für den gewöhnlichen Gebrauch ist einer der vier Multiplicatoren hinreichend; die drei andern sind, wie man weiterhin sehen wird, aus andern Gründen hinzugefügt.

*) Die dem nächsten Hefte beigegeben wird.

Magnetnadel.

Es kommt hier nicht darauf an, einen Galvanometer von großer Empfindlichkeit zu haben, was unumgänglich den Gebrauch meiner beiden Magnetnadeln erfordern würde, sondern vielmehr darauf, ein möglichst vergleichbares Instrument zu erhalten. In diesem Falle, wie in vielen andern, bürgt die Einfachheit am sichersten für die Genauigkeit, und daher verdient eine einzige Nadel den Vorzug. Die von mir gebrauchte sieht man in *sn* (Fig. 1.) durchgesteckt durch einen kleinen messingenen Cylinder *pq*, welche in *ii* einen Zeiger von Messing trägt. Der kleine Cylinder besteht aus zwei Stücken, welche zusammenzuschrauben sind, und so weit umgedreht werden, bis der Zeiger *ii* genau die Richtung der Nadel *sn* anzeigt.

Sollen Galvanometer vergleichbar seyn, so muß eine und dieselbe Kraft eine gleiche Wirkung auf sie hervorbringen, oder mit andern Worten, ein und derselbe Strom muß den Zeiger bis zu demselben Punkt der Theilung treiben. Diefes erfordert nicht bloß eine Gleichheit der Multiplicatore, sondern auch einen gleichen Grad von Magnetismus in den Nadeln. Die erste Bedingung ist leicht zu erfüllen; man braucht nur alle Rahmen mit Sorgfalt nach einem Muster zu verfertigen, und hierauf in gleicher Weise mit vollkommen gleichen Drähten zu umgeben. Die andere Bedingung erfordert zwar eine minutiöse Sorgfalt, ist aber doch nicht so schwierig, als es anfangs scheint.

Ich nehme ein halbes Hundert Stahlnadeln von gleicher Güte und gleichen Dimensionen, und magnetisire sie mit einem starken Magneten bis zur Sättigung. Ich prüfe jede Nadel auf ihren Magnetismus, indem ich die Wirkung beobachte, welche sie, bei Gleichheit aller übrigen Umstände, auf eine andere vollkommen bewegliche Nadel hervorbringen. Ich ordne die Nadeln nach dem Grade ihres Magnetismus, und wähle die Gruppe aus, welche die

mittleren Ablenkungen giebt. Unter dieser Gruppe finde ich wohl vier oder fünf, die eine gleiche oder fast gleiche Kraft besitzen. Eben so finde ich in der Reihe eine größere Anzahl, 10 bis 12, welche einen etwas stärkeren Magnetismus als den eben bezeichneten besitzen. Diese letzteren führe ich auf die Kraft der ersteren zurück, indem ich die Pole stark mit den entgegengesetzten Polen eines kleinen Magnetstabes streiche. Es ist besser, diese Operation mehrmals mit einem etwas schwachen Magneten zu wiederholen, als sich mit einem starken Magneten der Gefahr auszusetzen, mehr Magnetismus, als nöthig ist, fortzunehmen. Mit ein wenig Uebung, erreicht man gewöhnlich nach vier bis fünf Versuchen seinen Zweck. Ich habe nie die umgekehrte Operation ausgeübt, d. h. den Nadeln Magnetismus hinzugefügt, weil sie sich schon auf dem Sättigungspunkt befanden, und also bleibend keinen Magnetismus mehr aufgenommen haben würden, während die Nadeln, die mehr Magnetismus, als man wünscht, besitzen, ihren Ueberschuß verlieren können, ohne nach der Reduction ihren Zustand zu verändern.

Nachdem ich mich mit etwa 14 bis 15 Nadeln von gleicher Kraft versehen hatte, steckte ich sie, wie sie angewandt werden müssen, in die mit dem Zeiger *ii* versehenen Axe *pq*, hing sie an einem Seidenfaden auf, lenkte sie um 30° aus ihrer Gleichgewichtslage ab, und liefs sie dann frei oscilliren. Ich zählte die Oscillationen, und fand 32 bis 33 in einer Minute (ohne den Zeiger *ii* erhielt ich eine Oscillation mehr, nämlich 33 bis 34). Der Unterschied ist zwar klein; doch muß man wissen, ob man ihn bei Verfertigung vergleichbarer Galvanometer vernachlässigen kann. Diefs ist der Hauptpunkt der Aufgabe. Die Erfahrung wird hierauf antworten.

Vergleichung der Galvanometer.

Ich nehme zwei meiner Rahmen mit vier Multiplicatoren, die mit den Buchstaben *A* und *B* bezeichnet seyn

mögen, und versehe sie mit zwei Nadeln *a*, *b*, ausgewählt von denen, die vorhin hierzu zubereitet wurden. Ich untersuche ihren magnetischen Zustand, und finde, daß beide 33 Oscillationen in 2' machen. Ich verbinde die beiden Instrumente durch einen Leitungsdraht, um zu sehen, welche Anzeigen sie geben, wenn sie von demselben Strom durchlaufen werden. Die Erregung des Stroms geschieht durch eine Volta'sche Kette, die so eingerichtet seyn muß, daß man sie mehr oder weniger tief in gesäuertes Wasser stecken kann. Dadurch erhält man Ströme von verschiedener Intensität, was für den Beobachter nothwendig ist, damit er die beiden Instrumente an verschiedenen Punkten ihrer Skale mit einander vergleichen kann. Die Resultate finden sich in der folgenden Tafel, worin die beiden Galvanometer durch die zwei Buchstaben *Aa* und *Bb* bezeichnet sind, um anzuzeigen, daß der Multiplicator *A* mit der Nadel *a*, und der Multiplicator *B* mit der Nadel *b* versehen ist. Die Bruchtheile der Grade sind geschätzt; wo sie dazu zu klein waren, sind die Resultate mit dem Zeichen + und - versehen, um das Mehr oder Weniger anzuzeigen.

T a f e l I.

Eintauchungen.	Ablenkungen von		Unterschiede.
	<i>Aa</i>	<i>Bb</i>	
1	55°	55° $\frac{1}{2}$	— $\frac{1}{2}$
2	45	45 $\frac{1}{3}$	— $\frac{1}{3}$
3	40	40 $\frac{1}{4}$	— $\frac{1}{4}$
4	35	35	0
5	30	30 $\frac{1}{3}$	— $\frac{1}{3}$
6	25	25 $\frac{1}{3}$	— $\frac{1}{3}$
7	20	20+	—
8	15	15	0
9	10	10+	—
10	5	5+	—

Diese erste Vergleichung wurde bis 55° getrieben. In diesem Intervall stieg der größte Unterschied auf 0°,5.

Die Unterschiede sind alle negativ, nehmen aber zu und ab, so daß die Galvanometer an zwei Punkten völlig übereinstimmen. Dieses Resultat ist in sofern merkwürdig, als es zeigt, daß die unvermeidlichen Fehler der Construction von der Art sind, daß sie sich gegenseitig compensiren.

Untersucht man die Fehler näher, so sieht man, daß sie zweierlei Art sind, daß sie aus einer Ungleichheit im Systeme der Multiplicatordrähte, oder aus einer Verschiedenheit der Magnetnadeln entsprungen seyn können. Um zu erfahren, woher die beträchtlichsten Fehler kämen, vertauschte ich die Nadeln, indem ich die eine an die Stelle der andern setzte, und verglich darauf von Neuem das Instrument. In den vorhergehenden Tafeln waren die beiden Galvanometer durch die Buchstaben *Aa* und *Bb* bezeichnet, in der folgenden sind sie es durch die Buchstaben *Ab*, *Ba*, um die Vertauschung der Nadel anzuzeigen.

T a f e l II.

Ablenkungen von		Unterschiede.
<i>Ba</i>	<i>Ab</i>	
55 ⁰	55 ⁰ $\frac{1}{2}$	— $\frac{1}{2}$
45	45 $\frac{1}{4}$	— $\frac{1}{4}$
40	40 $\frac{1}{2}$	— $\frac{1}{4}$
30	30	0
20	20 +	—
10	10 +	—

Die Unterschiede, welche diese Tafel zeigt, sind den in der vorhergehenden nicht ganz gleich. Die größten Abweichungen finden sich jedoch an demselben Punkte der Skale, und immer auf Seite der Nadel *b*. Es ist also mehr die Verschiedenheit der Nadeln als die der Multiplicatoren, von denen die Verschiedenheiten beider Instrumente abhängt. Ich hatte dieses Resultat erwartet, und die Erfahrung hat mich in der Meinung bestärkt, daß die

Vergleichbarkeit hauptsächlich vom magnetischen Zustand der Nadeln abhängt.

Die Nadeln *a* und *b* gaben eine gleiche Zahl von Oscillationen, und die Vertheilung des Magnetismus könnte zufällig die günstigste für die Genauigkeit der Resultate gewesen seyn. Zu dem Ende stellte ich drei andere Nadeln *c, d, e* auf die Probe, von denen die erste 33, und die beiden andern 32 Oscillationen in 2' gaben.

T a f e l I I I.			T a f e l I V.		
Oscill. v. <i>b</i> = 33; Oscill. v. <i>c</i> = 33.			Oscill. v. <i>a</i> = 33; Oscill. v. <i>d</i> = 32.		
Ablenkungen von		Unter- schiede.	Ablenkungen von		Unter- schiede.
<i>Aa</i>	<i>Bc</i>		<i>Aa</i>	<i>Bd</i>	
60°	59°	+1	62°	62° $\frac{1}{2}$	— $\frac{1}{2}$
50	49	+1	50	50 $\frac{1}{2}$	— $\frac{1}{2}$
40	39	+1	45	45 $\frac{1}{2}$	— $\frac{1}{2}$
35	34 $\frac{1}{2}$	+ $\frac{1}{2}$	35	35	0
25	24 $\frac{2}{3}$	+ $\frac{1}{3}$	20	20 $\frac{1}{4}$	— $\frac{1}{4}$
20	20	0	15	15 +	—
15	15	0	10	10	0

T a f e l V.
Oscill. v. *c* = 33; Oscill. v. *e* = 32.

Ablenkungen von		Unter- schiede.
<i>Ac</i>	<i>Be</i>	
60°	60° $\frac{1}{2}$	— $\frac{1}{2}$
50	50 $\frac{1}{2}$	— $\frac{1}{2}$
40	40 $\frac{1}{3}$	— $\frac{1}{3}$
35	35 $\frac{1}{3}$	— $\frac{1}{3}$
30	30 +	—
25	25	0
20	20	0

Die Nadeln *b, c* geben Unterschiede, die bis zu einem Grad gehen, und dennoch besitzen sie gleiche magnetische Intensität. Zwei andere, in dieser Beziehung weniger vollkommene, Combinationen, weichen nur um einen

halben Grad ab, wie die Nadeln *a*, *b* der ersten Tafel. Ich habe diese Versuche gemacht, ohne eine besondere Sorgfalt darauf zu verwenden. Diese Nadeln sind ziemlich lang und ziemlich dünn; sie müßten vollkommen gerade und cylindrisch seyn, sind es aber nur mangelhaft. Ich habe sie geradezu genommen, ohne mir die Mühe zu geben, die vollkommensten auszuwählen, und ohne die Vertheilung des Magnetismus in ihnen näher zu untersuchen. Diese Vertheilung ist mehr oder weniger verschieden in fast ganz gleichen Nadeln, und vermöge dieser Verschiedenheiten können die Unvollkommenheiten der Form bis zu dem Grade wachsen, daß sie die größten Abweichungen erklären. Gäbe es in diesen Nadeln keine andere Verschiedenheit, als die von einer Oscillation mehr oder weniger, so ist leicht einzusehen, daß die Resultate in keinem Punkte der Skale übereinstimmen könnten, und daß die Unterschiede alle nach derselben Seite hin liegen müßten. Ich habe in dieser Beziehung mehrere vergleichende Versuche gemacht, und mich überzeugt, daß sobald zwei Magnetnadeln in ihrer magnetischen Kraft um zwei Oscillationen in zwei Minuten verschieden sind, die schwächere Nadel, an allen Punkten ihrer Skale, stärkere Resultate giebt, als die andere Nadel. Alsdann sind die Fehler, welche von der durch die Schwingungszahl gegebenen Magnetkraft abhängen, stärker als alle übrigen Abweichungen. Die Compensationen gelangen nie dahin, die aus dem Unterschied von zwei Oscillationen entspringende Wirkung zu verdecken, und die Nadel, welche von Anfang der Skale die empfindlichste ist, ist es auch an allen andern Punkten. Erstreckt sich dagegen der Unterschied im Magnetismus nur auf eine Oscillation, so verliert diese Fehlerquelle ihr Uebergewicht gänzlich; ihr Einfluß ist so schwach, daß er von andern Unterschieden ganz compensirt werden kann. Man sieht überdies aus der dritten Tafel, daß die best übereinstimmenden Instrumente nicht immer die

jenigen sind, deren Nadeln eine gleiche Zahl von Oscillationen geben. Uebrigens zweifle ich nicht, dafs es durch eine richtige Auswahl der vollkommensten Nadeln gelingen werde, Fehler, gröfser als einen halben Grad, überall auszuschliessen, und es ist selbst ziemlich wahrscheinlich, dafs man wenigstens für das Intervall der ersten 60° , wenn nicht gar für die ganze galvanometrische Skale, die Genauigkeit noch etwas weiter treiben werde. Jenes Intervall ist das der guten Beobachtungen; bei 60° sind die Ströme schon sehr stark und ihre Kraft variirt im Allgemeinen zu rasch, als dafs man genau den Grad bestimmen könnte.

Gegenwärtig sind meine beiden Instrumente mit zwei Nadeln versehen, welche in dem grofsen Intervall von 65° bis auf einen Viertelgrad übereinstimmen. Die Nadeln, welche so genaue Resultate geben, sind die in Tafel V. mit *ce* bezeichneten. Um sie auf diese Genauigkeit zu bringen, habe ich nichts an ihrem Magnetismus verändert; dagegen habe ich an einer eine Correction anderer Art angebracht, von der wir sogleich sprechen werden.

T a f e l VI.

Ablenkungen von		Unterschiede.
<i>Ac</i>	<i>Bc</i>	
65 ⁰	65 ⁰ +	—
60	60 +	—
50	50 +	—
45	45 +	—
40	40	0
30	29 $\frac{3}{4}$	+ $\frac{1}{4}$
25	24 $\frac{3}{4}$	+ $\frac{1}{4}$
20	19 $\frac{3}{4}$	+ $\frac{1}{4}$
10	10	0

Im Innern des Rahmens ist Raum genug, um die Nadeln einige Millimeter heben oder senken zu können.

Die Wirkung der elektrischen Ströme auf sie verändert sich beträchtlich mit der Höhe. In der Ebene, mitten zwischen den Windungen, erreicht die Wirkung ihr Maximum, und dahin wurde auch für gewöhnlich die Nadel gebracht. Etwas hinauf oder hinab nimmt die Wirkung des Multiplicators ab, und diese Verringerung kann man benutzen, um die Fehler einer Nadel, die zu starke Resultate giebt, zu berichtigen. Die Nadel *e* der Tafel V. giebt vom 30sten Grade an stärkere Resultate als die Nadel *c*. Die Nadel *e* nahm dabei die Mitte des Rahmens ein; ich hob sie nun ein wenig, und bei dieser neuen Lage erhielt ich die Resultate der Tafel VI., die besser wie die der Tafel V. übereinstimmen.

Diese Correctionsart verdient zweier Gründe wegen hervorgehoben zu werden: 1) weil sie sich ohne Aenderung des Magnetismus der Nadeln vollziehen läßt, und 2) weil sie uns ein Mittel kennen lehrt, die Galvanometer in irgend einem Theile ihrer Skale in Uebereinstimmung zu bringen. Bei der Tafel V. stimmten die beiden Nadeln *c*, *e* im unteren Theil überein; die Hebung der Nadel *e* versetzte die Uebereinstimmung in den oberen Theil. Diese Versetzungen können in mehreren Fällen von Nutzen seyn, und deshalb habe ich auf sie aufmerksam gemacht.

Die angeführten Vergleichen sind hinreichend, wie mir scheint, um den Hauptpunkt der Frage zu beantworten. Ich halte es nicht nur für möglich, vergleichbare Galvanometer zu verfertigen, sondern glaube auch, nach den oben mitgetheilten Resultaten, daß diese Instrumente einer fast eben so großen Genauigkeit wie die Thermometer fähig sind. Was die Hygrometer betrifft, so weiß man, daß ihre Abweichungen nicht selten bis zu 2 Grad gehen, während die guten Galvanometer bis fast $\frac{1}{2}$ Grad übereinstimmen. Im Fall man das System unserer Messungen annähme und befolgte, reducirte sich die Schwierigkeit auf den einzigen Punkt, eine gewisse Magnetnadel

so zu magnetisiren, dafs sie 32 bis 33 Oscillationen in 2' machte.

Es mufs hier indess noch ein Mangel genannt werden, den die Galvanometer mit keinem andern Instrumente theilen. Ich meine nicht die Schwächung des Magnetismus, welche oft durch unvorhergesehene Ursachen eintritt, weil es, im Fall einer solchen Störung, leicht ist, die Nadeln auf's Neue bis zum gehörigen Grade zu magnetisiren, oder durch andere von gleicher Kraft zu ersetzen. Das Uebel ist von anderer Art. Es besteht darin, dafs der Erdmagnetismus mit der geographischen Lage des Orts variirt. Eine meiner Nadeln, die hier in Italien 33 Oscillationen in 2' macht, würde in Peru nur etwa 28' machen *). Der Unterschied von 5 Oscillationen treibt die Abweichungen über jeden billigen Fehler hinaus, und macht die Resultate, ohne Correction, nicht mehr vergleichbar. Wie sind sie aber zu corrigiren? Auf eine ganz einfache Weise, ohne etwas an dem Magnetismus der Nadeln zu verändern. Man berichtigt nämlich den Erdmagnetismus, indem man ihn durch einen Magnetstab auf die Kraft zurück führt, welche er haben mufs, damit die Nadel des Instruments die festgesetzte Anzahl Oscillationen mache. Ich setze immer voraus, dafs diese Anzahl nach der Breite 45° , unter der ich mich befinde, regulirtsey. Nach dem Aequator hin, wo die Oscillationen der Magnetnadel abnehmen, verstärke man im gehörigen Grade den Magnetismus; nach Norden hin, wo die Oscillationen wachsen, schwäche man ihn. Begreiflicherweise ist man jedoch dieses Hülfsmittels überhoben, sobald man sich nicht viel von der Breite 45° entfernt, und sehr wahrscheinlich erstreckt sich der Vortheil, unsere Galvanometer ohne die erwähnte Correction gebrauchen zu können, auf alle Städte Europa's.

*) Diese Abnahme ist aus den Beobachtungen des Hrn. v. Humboldt berechnet, dessen Boussole zu Paris 245 Oscillationen in 10' machte, in Peru aber nur 211.

Bei diesem Vorschlage begnüge ich mich damit, den Physikern nur eine einzige Verification, nämlich die des Magnetismus der Nadeln zu empfehlen. In einer andern Arbeit, die ich vor zwei Jahren dem Pariser Institute übersandte, beschäftigte ich mich sehr speciell mit einer Verification ganz anderer Art. Ich will sie hier wieder in Erinnerung bringen, um eine Idee von einer Methode zu geben, die unter andern Umständen von Nutzen seyn kann, wenn sie auch auf das gegenwärtige System nicht mehr anwendbar ist.

Wir haben gesehen, wie leicht es ist, unsere Instrumente für irgend ein Intervall ihrer Skale in Uebereinstimmung zu bringen. Wählen wir zu dieser Uebereinstimmung einen Punkt an dem zweckmäfsigsten Orte, welcher in der Mitte der Skale liegt, d. h. auf dem 30. Grade. Oberhalb und unterhalb desselben wird man eine gewisse Zahl von Graden haben, bei welchen die Instrumente einen gemeinschaftlichen Gang zeigen. Die Abweichungen steigen nicht bis auf $\frac{1}{2}$ Grad, wenn die beiden Instrumente mit Sorgfalt verfertigt worden sind. Thermometer und Hygrometer haben zwei feste Punkte in ihrer Skale; beim Galvanometer ist alles willkührlich, denn die beim 30sten Grad bewerkstelligte Uebereinstimmung ist nur conventionell. Diese Convention fließt indess aus dem Instrumente, und würde eine allgemeine Annahme verdienen, wenn der conventionelle Punkt von der Art wäre, dafs er unter allen Umständen verificirt werden könnte. Zu einer solchen Verification ist aber erforderlich, dafs der Physiker einen Strom zu seiner Verfügung habe, der immer von gleicher Stärke, und genau von 30° Stärke wäre.

Die hydro-elektrischen Ströme sind, welche Flüssigkeit man auch anwenden mag, zu veränderlich, als dafs man auf Beständigkeit ihrer Wirkungen rechnen könnte. Ich habe in dieser Beziehung eine grofse Zahl von Versuchen gemacht, allein immer ohne Erfolg; besser gelang

es mir mit den thermo-elektrischen Strömen. Bekanntlich erregt die bloße Erwärmung schon elektrische Ströme, und die Wirkung dieser verändert sich nicht, so lange die Temperaturen dieselben bleiben. Nun haben wir im schmelzenden Eise und dem unter 28" Druck siedenden Wasser zwei feste Wärmepunkte, welche man sich jederzeit leicht verschaffen kann. Macht man sich demnach eine thermo-elektrische Kette, indem man die Enden eines Metalldrahts an die Enden eines Drahts von einem andern Metalle löthet, und erhitzt die eine Löthstelle bis zum Siedepunkt des Wassers, während man die andere bis zum Frostpunkt erkaltet, so ist klar, daß man hierdurch einen Strom erhalten wird, der, so lange diese Temperaturen beibehalten werden, seine Intensität nicht ändert. Dieser Strom ist in aller Strenge von constanter Kraft, denn die thermo-elektrische Kette, welche ihn erzeugt, ist, wie ich mich durch wiederholte Versuche überzeugt habe, einer Genauigkeit fähig, die nichts zu wünschen übrig läßt.

Ich hatte mir mehrere thermo-elektrische Ketten verfertigt, um eine oder zwei derselben zu meinen Comparateuren zu nehmen. Anfänglich trugen meine Multiplicatoren zwei Magnetnadeln, welche dem Instrumente eine Empfindlichkeit gaben, weit größer als die, welche aus der Anwendung einer einzigen Nadel entspringt. Der Strom von constanter Kraft bewirkte beim System der beiden Nadeln eine Ablenkung von 36° , bei der einfachen Nadel dagegen kaum eine von 3° . Bei der ersteren Einrichtung war der thermo-elektrische Strom stark genug, um einen Punkt gegen die Mitte der Skale hin zu bestimmen; allein bei dem Systeme mit einer einzigen Nadel wurde die Wirkung desselben Stroms auf einen Punkt versetzt, der dem Nullpunkt der Theilung zu nahe lag, als daß man die Genauigkeit der höheren Abtheilungen hätte verbürgen können. Zwar könnte man Ketten verfertigen, die Ströme von einer größeren Stärke als 3° geben;

allein man würde doch höchstens nur eine Kraft von 10^0 bis 12^0 erreichen, die als Mittel zur Verification immer zu klein seyn würde.

Die Idee von Ketten mit constanter Kraft ist zu sehr mit dem Project eines Comparateurs verknüpft, als daß nicht hier noch einige Worte darüber zu sagen wären, um so mehr, da ich glaube, daß sie noch von größerem Nutzen werden kann. Eine der großen Aufgaben, welche die besondere Aufmerksamkeit des Pariser Instituts erregt haben, besteht in der Bestimmung der gegenwärtigen Intensität des Erdmagnetismus, damit man wisse, ob diese Kraft sich im Laufe der Zeit verändere. Es ist hier nicht der Ort, die verschiedenen Vorschläge, welche man in dieser Beziehung gethan, zu untersuchen; ich bemerke bloß, daß es immer meine Meinung gewesen ist, man werde dieses große Problem mit Hülfe der elektrischen Ströme von constanter Kraft auflösen. Ich wollte auch mit Hülfe dieser Ströme einen andern Comparateur verfertigen, welcher, im glücklichen Fall, ganz unabhängig vom gewöhnlichen Magnetismus seyn würde. Es ist nicht schwierig einzusehen, welche Rolle die unveränderlichen Ströme hier spielen müssen. Das Princip ist ganz einfach und nur in der Ausführung liegen die Schwierigkeiten.

Zweiter Theil.

Von der Intensität der Ströme.

Vorausgesetzt, daß es gelungen sey, vergleichbare Galvanometer zu verfertigen, bleibt noch zu wissen übrig, welche Intensität einem jeden Punkt ihrer Skale entspricht. Diese Frage führt zur Untersuchung zweier verschiedenen Methoden, welche man die *Methode der Verdoppelungen* und die *Methode der Unterschiede* nennen kann. Wir wollen sie in ihrem Detail verfolgen, und mit der ersten anfangen, die zu drei verschiedenen Verfahrensarten Anlaß giebt.

Methode der Verdoppelungen. Erstes Verfahren.

Ein Rahmen, um den zwei gleiche Drähte gewunden sind, reicht hin, um zwei Ströme zu geben, von denen einer doppelt so stark wie der andere ist. Das Verfahren, welches Hr. Becquerel bei einer seiner interessanten Arbeiten befolgt hat, ist in der Theorie ganz einfach *). Man verschafft sich auf irgend eine Weise zwei gleiche Ströme, leitet den einen durch einen der beiden Drähte des Galvanometers, und zeichnet die von ihm bewirkte Ablenkung d^0 auf. Man leitet nun den andern Strom durch den zweiten Draht; die vereinte Wirkung D^0 , die hieraus entspringt, gehört offenbar einem Strom an, der doppelt so stark ist, wie der, welcher die Ablenkung d^0 gab. Gesetzt z. B., dafs zwei Ströme, von denen jeder für sich 4^0 giebt, vereinigt eine Ablenkung von 7^0 bewirkten, so wird man haben: Strom $7^0 = 2$ Strom 4^0 . Nun findet sich aber der Strom 4^0 durch einen andern Versuch doppelt so stark wie der Strom 2^0 . Bezeichnen wir die Intensität von 2^0 mit 2,00, so wird mithin Strom $4^0 = 2$ Strom $2^0 = 2 \times 2,00 = 4,00$, folglich Strom $7^0 = 2$ Strom $4^0 = 2 \times 4,00 = 8,00$.

Aus diesem Beispiel wird man ersehen, dafs man diefs Verfahren nur auf eine grofse Zahl, für alle Punkte der Skale zweckmäfsig gewählter Ströme anzuwenden braucht, um sich das Material zur Entwerfung einer *Tafel der Intensitäten* zu verschaffen.

Beim Beginne meiner Untersuchungen hatte ich mir vorgenommen, diese Methode zu befolgen; allein ich war gezwungen, sie zu verlassen, als ich die Unmöglichkeit sah, mir zwei Ströme zu verschaffen, die in allen Punkten der Skale gleich wären. Nur die thermo-elektrischen Ströme, welche durch die beiden Temperaturen 0^0 und 80^0 (überhaupt durch einen festen Temperaturunterschied [*P.*]) erregt werden, lassen sich auf eine völlige Gleichheit bringen; alle übrigen sind niemals gleich, und

*) Diese Annal. Bd. 60. S. 00.

wenn sie es sind, sind sie es nur für einen Augenblick, der sich dem Auge des Beobachters entzieht.

Zweites Verfahren.

Dieses Verfahren beruht auf einer Thatsache, die ich zuerst beobachtet habe, und von deren Richtigkeit man sich leicht überzeugen kann. Die hydro-elektrischen Ströme, so lange sie nicht eine gewisse Stärke erreichen, gehen durch den Bogen eines Multiplikators, so gut wie durch einen doppelten Bogen *), die Gränze, wo diese Eigenschaft verschwindet, liegt um so ferner, je dicker und kürzer der Leitungsdraht, und je stärker die Spannung des Stroms ist. Wir werden sogleich auf diese letzte Bedingung zurückkommen; vor der Hand genüge es zu wissen, daß man, für alle Punkte der Skale, einen Strom finden kann, der gänzlich durch den Strom der beiden Multiplikatoren geht.

Dieses gesetzt, leite man einen Strom C durch den Multiplikator Draht und zeichne die durch ihn bewirkte Ablenkung d^o auf; hierauf lasse man denselben Strom durch den doppelten Bogen der beiden Multiplikatoren gehen und bemerke die Ablenkung D^o , welche das Instrument jetzt gibt. Der Strom C verliert beim Durchgange durch die doppelte Drahtwindung nichts. Die Wirkung D^o ist demnach genau dieselbe, wie wenn man durch jeden Draht einen Strom von der Stärke C geleitet hätte. Mittelst dieses Kunstgriffs gelangt man demnach schon mit einem einzigen Strom zum Zweck, während man nach

*) Jeder meiner Rahmen trägt vier Multiplikator Drähte. Hier ist nur von zweien die Rede, von den übrigen in der Folge. Um sich von der Thatsache zu überzeugen, daß Ströme von einer gewissen Intensität nichts verlieren, wenn sie durch den doppelten Bogen zweier Drähte gehen, verbinde man den Multiplikator Draht, außerhalb des Galvanometers, mit einem Draht von gleicher Länge mit einer einzigen Wirkung desselben. Dieser Ansatz wird, bis zu einem gewissen Punkt der Skale keine Verminderung der Ablenkung bewirken.

dem vorhergehenden Verfahren zwei Ströme gebraucht, die gleich seyn müssen, es aber nie genau sind. Die Genauigkeit der Resultate hängt von einer einzigen Bedingung ab, nämlich davon, daß der Strom während der Dauer der beiden Beobachtungen sich nicht verändere. Dieß bewirkt man durch Anwendung einer frisch erbauten Säule, erregt durch eine Säure, welche die Zinkplatten nicht zu stark angreift. Je stärker diese angegriffen werden, desto veränderlicher sind im Allgemeinen die Wirkungen. Gewöhnlich ladet man die Säulen durch ein Gemenge von Schwefel- und Salpetersäure; dieß hat seinen Nutzen, wenn man starke Effecte hervorbringen will; um sich aber möglichst unveränderliche Ströme zu verschaffen, ist es besser sich mit bloßer Salpetersäure zu begnügen.

Drittes Verfahren.

Dieß Verfahren ist einer großen Genauigkeit fähig, erfordert aber Zeit und Sorgfalt, die man bei Anwendung zweier recht vergleichbaren Galvanometer, wie z. B. die beiden *Ac* und *Be* der Taf. VI. seyn würden, größtentheils ersparen kann. Statt damit anzufangen, den Strom *C* durch den Bogen eines einzigen Drahts zu leiten, um dann diese Operation bei dem doppelten Bogen der beiden Drähte zu wiederholen, leite ich den Strom zugleich durch beide Bogen, indem ich die Verbindungen auf die Weise bewerkstellige, daß der einfache Bogen z. B. auf dem Galvanometer *Be*, der doppelte Bogen auf dem andern Galvanometer *Ac* durchlaufen wird. Man hat hier demnach auf einmal beide Beobachtungen, d. h. die Wirkung des einfachen Stroms *C* auf dem ersten Instrumente, und die Wirkung des doppelten Stroms $2C$ auf dem andern *Ac*. Es ist hier vorausgesetzt, daß die beiden Galvanometer vollkommen übereinstimmen, dieß findet nur an einigen Punkten der Skale statt; an andern ist die Uebereinstimmung mehr oder weniger unvollkommen; allein

da die Abweichungen bekannt sind, so kann man sie leicht nach den Resultaten der Taf. VI. berichtigen.

Gesetzt die Wirkung des Stroms C , am Galvanometer Be beobachtet, sey $24\frac{3}{4}^{\circ}$, und die Wirkung des doppelten Stroms $2C$, am Galvanometer Ac beobachtet, sey 32° ; so hat man Strom $32^{\circ} = 2$ Strom $24\frac{3}{4}^{\circ}$, wenn der Gang beider Instrumente übereinstimmend ist; da aber der Galvanometer Be beim 25sten Grad einen Viertelgrad weniger giebt als der Galvanometer Ac , so hat man, statt der ersten Gleichung, Strom $32^{\circ} = 2$ Strom 25° . Diefs Verfahren verdient durchaus den Vorzug vor den übrigen.

Fehler der Methode der Verdoppelungen.

Die eben beschriebenen Methoden laufen sämmtlich darauf hinaus, von der Intensität einfacher Ströme C zu der Intensität doppelter Ströme $2C$ überzugehen. Ohne Zweifel verdient das Verfahren den Vorzug, welches die besten Beobachtungen giebt; allein es wäre möglich, dafs, in dem vortheilhaftesten Falle, der kleinste Fehler, der bei den ersten Graden der Skale begangen wird, grofse Fehler gäbe, wenn man ihn vielmals verdoppelte, um zu den letzteren Abtheilungen der Skale zu gelangen. Diefs mufs daher mit etwas Aufmerksamkeit untersucht werden.

Ich habe mich durch mehrmals wiederholte Versuche überzeugt, dafs, bis zum vierten Grade der Skale, die Intensitäten des Stroms den Ablenkungen proportional sind. In der That findet man, dafs der Strom 4° das Doppelte vom Strom 2° ist, eben so wie der Strom 2° das Doppelte vom Strom 1° . Die Intensitäten der Ströme der drei ersten Grade sind also offenbar den Zahlen 2, 3 und 4 gleich.

Anderweitige Beobachtungen gaben sehr nahe die folgenden Resultate:

Strom von 54° ; 44° ; 34° ; 27° ; 21° ; 16° ; 11° ; 7° ;
gleich zweimal

Strom von 44° ; 34° ; 27° ; 21° ; 16° ; 11° ; 7° ; 4° .

Wären diese Resultate genau, so würde man, vom Strom $4^{\circ} = 4,00$ zu den höheren Graden übergegangen, folgende Werthe erhalten:

Strom von	4°	=	4,00
- -	7 ($=2$ Strom 4°)	=	8,00
- -	11 ($=2$ - 7)	=	16,00
- -	16 ($=2$ - 11)	=	32,00
- -	21 ($=2$ - 16)	=	64,00
- -	27 ($=2$ - 21)	=	128,00
- -	34 ($=2$ - 27)	=	256,00
- -	44 ($=2$ - 34)	=	512,00
- -	54 ($=2$ - 44)	=	1024,00.

Allein der Strom 7° ist nicht genau das Doppelte vom Strom 4° ; die besseren Beobachtungen gaben ihn etwas schwächer. Die Viertelgrade sind durch Schätzung bestimmt, und indem man den Zeiger innerhalb dieser Viertelgrade schwingen liefs, konnte man auch noch die Achtel der Grade schätzen. Die Fehler der Ablesung steigen daher nicht bis zu letzterem Bruch; und wenn man auch nicht bestimmen kann, wie viel am Strome 4° fehlt, damit er die Hälfte des Stroms 7° sey, so beträgt doch sicher das Fehlende noch nicht einen Achtelgrad. Gesetzt also, der Strom 7° sey das Doppelte des Stroms $3^{\circ}\frac{1}{2}$, so geht man von einer Angabe aus, die um eben so viel unterhalb der wahren Zahl liegt, wie die eben gebrauchte oberhalb derselben lag. Die letztere Annahme giebt folgende Werthe:

Strom von	$3^{\circ}\frac{1}{2}$. .	=	3,875
- -	7	. .	=	7,75
- -	11	. .	=	15,500
- -	16	. .	=	31,00
- -	21	. .	=	62,00
- -	27	. .	=	124,00
- -	34	. .	=	248,00
- -	44	. .	=	496,00
- -	54	. .	=	992,00.

Diese Werthe weichen von den vorhergehenden nur um ein Zweiunddreissigstel ab. Man sieht z. B., daß der Strom von 16° , welcher in der ersten Progression 32,00 war, in der zweiten auf 31,00 herabgekommen ist. Diese Verringerung von $\frac{1}{32}$ bleibt sich für alle übrigen Werthe gleich, denn es ist in diesem Beispiel angenommen, daß nur die erste Gleichung mit einem Fehler behaftet sey.

Wie man sich aber bei der ersten Vergleichung um $\frac{1}{8}^{\circ}$ irren kann, so ist auch, wie man leicht sieht, ein ähnlicher Fehler bei allen übrigen Beobachtungen möglich. Im vorliegenden Beispiel geht man achtmal vom einfachen Strom zum doppelten Strom über. Sind alle diese Vergleichungen um $\frac{1}{8}$ Grad zu klein, so addiren sich die Fehler, und die Intensität des Stroms von 54° wird weit fehlerhafter, als wir sie angegeben haben. Obgleich eine solche Combination nicht wahrscheinlich ist, so sieht man doch, wie gefährlich es seyn würde, dem Zufall die Sorge der Compensation zu überlassen. Wenn man das erste Mal ein zu schwaches Resultat abgelesen hat, so nehme man das zweite zu groß, das dritte zu klein, und so weiter. Durch eine solche Abwechslung der Fehler in plus mit denen in minus, gelingt es sie bis zu einem gewissen Punkt zu compensiren. Indefs muß ich bekennen, daß diese Methode nicht die beste ist; es giebt eine andere, welche den Vorzug verdient, nämlich die schon vorhin erwähnte *Methode der Unterschiede*.

Methode der Unterschiede.

Wir haben bereits bemerkt, daß die Intensitäten der Ströme der ersten vier Grade den Graden selbst, d. h. den Zahlen 1, 2, 3, 4, proportional sind. Vom 4ten bis zum 7ten Grad ist diese Proportionalität schon um etwas fehlerhaft; denn der Strom von 7° (das Doppelte vom Strom 4°) ist beinahe $=8,00$, statt $=7,00$ zu seyn. Vom 4ten bis 7ten Grad ist demnach eine Einheit auf

die numerischen Werthe der Ströme der drei Grade 5, 6, 7 zu vertheilen. Der Strom 11° (das Doppelte vom Strom 7°) ist $16,00 = \text{Strom } 7^{\circ} + 8,00$. Es giebt demnach vom 7ten bis zum 11ten Grad eine Differenz von 8,00, die unter die Werthe der vier Grade 8, 9, 10, 11 vertheilt werden muß. Nach dem 11ten Grade nehmen die Differenzen immer mehr und mehr zu, so rasch, daß der Strom von 54° schon 1000mal stärker ist, als der von 1° . Kennte man das Gesetz dieser Zunahme, so wäre nichts leichter, als eine Tafel der Intensitäten zu entwerfen; allein diese Kenntniß mangelt uns gänzlich, und man muß daher zu einer langen Reihe von Versuchen seine Zuflucht nehmen, wenn man auf diese Weise die ganze Skale des Galvanometers durchlaufen will.

Man messe z. B. zwei Ströme, einen von der Kraft 10° , und den andern von der Kraft 9° ; nehme darauf die Differenz dieser beiden Ströme, indem man sie in entgegengesetzter Richtung durch zwei gleiche Drähte des Instruments gehen läßt, so findet man:

$$\text{Strom von } 2^{\circ} = \text{Strom } 10^{\circ} - \text{Strom } 9^{\circ}.$$

Auf ähnliche Weise erhält man die folgenden Resultate:

$$\text{Strom von } 3^{\circ} = \text{Strom } 13^{\circ} - \text{Strom } 12^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 4^{\circ} = \text{Strom } 16^{\circ} - \text{Strom } 15^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 5\frac{1}{2}^{\circ} = \text{Strom } 19^{\circ} - \text{Strom } 18^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 7^{\circ} = \text{Strom } 22^{\circ} - \text{Strom } 21^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 8^{\circ} = \text{Strom } 24^{\circ} - \text{Strom } 23^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 10^{\circ} = \text{Strom } 27^{\circ} - \text{Strom } 26^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 12^{\circ} = \text{Strom } 31^{\circ} - \text{Strom } 30^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 13^{\circ} = \text{Strom } 34^{\circ} - \text{Strom } 33^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 14^{\circ} = \text{Strom } 37^{\circ} - \text{Strom } 36^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 15^{\circ} = \text{Strom } 40^{\circ} - \text{Strom } 39^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 17^{\circ} = \text{Strom } 45^{\circ} - \text{Strom } 44^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 19^{\circ} = \text{Strom } 50^{\circ} - \text{Strom } 49^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 21\frac{1}{2}^{\circ} = \text{Strom } 55^{\circ} - \text{Strom } 54^{\circ}$$

$$\text{Strom von } 24^{\circ} = \text{Strom } 60^{\circ} - \text{Strom } 59^{\circ}.$$

Nach dieser Reihe von Differenzen habe ich die folgende Tafel der Intensitäten entworfen.

Tafel der Intensitäten.

Kraft des Stromes in			Kraft des Stromes in		
Graden.		Zahlen.	Graden.		Zahlen.
	Diff.			Diff.	
1 ^o		1,00	31	12,00 *	187,68
2		2,00	32	12,33 *	206,87
3		3,00	33	12,66	227,06
4		4,00	34	13,00 *	248,25
5		5,20	35	13,33	270,55
6		6,40	36	13,66	293,96
7		7,80	37	14,00 *	310,48
8		9,40	38	14,33	344,22
9		11,20	39	14,66	371,18
10	2 ^o ,00 *	13,20	40	15,00 *	399,36
11	2,33	15,53	41	15,40	429,14
12	2,66	18,19	42	15,80	460,52
13	3,00 *	21,19	43	16,20	493,62
14	3,33	24,52	44	16,60	528,56
15	3,66	28,18	45	17,00 *	565,34
16	4,00 *	32,18	46	17,40	604,20
17	4,50	36,78	47	17,80	645,14
18	5,00	41,98	48	18,20	688,28
19	5,50 *	47,78	49	18,60	733,74
20	6,00	54,18	50	19,00 *	781,52
21	6,50	61,28	51	19,50	832,50
22	7,00 *	69,08	52	20,00	886,68
23	7,50	77,68	53	20,50	944,41
24	8,00 *	87,08	54	21,00	1005,69
25	8,66	97,67	55	21,50 *	1070,87
26	9,33	109,53	56	22,00	1139,95
27	10,00 *	122,73	57	22,50	1213,33
28	10,50	137,10	58	23,00	1291,01
29	11,00	152,63	59	23,50	1373,39
30	11,50	169,49	60	24,00 *	1460,47

Ich will nicht in das Ganze Detail dieser Versuche eingehen, und bemerke daher blofs, dafs, wenn ich nicht

zwei vergleichbare Galvanometer zur Hand gehabt hätte, ich aller Wahrscheinlichkeit nach nicht zum Ziele gekommen wäre. Zwei Ströme nach einander zu messen und darauf den Unterschied nehmen, ist ein Versuch, welcher drei successive Operationen verlangt, während derer sich die Kraft des Stroms immer mehr oder weniger verändert. Man muß daher die nämlichen Beobachtungen mehrmals wiederholen, die eingetretenen Variationen des Stroms in Rechnung ziehen und sie discutiren, bevor man bei einem Resultate stehen bleibt. Am besten ist es, zwei Galvanometer anzuwenden; die drei Operationen reduciren sich dann auf zwei, d. h. auf die Messung der beiden Ströme nach einander an einem und demselben Instrument; die Differenz wird dann gleichzeitig mit dem andern Galvanometer genommen, welche auf eine zweckmäßige Weise mit dem ersten in Verbindung gesetzt ist. Hätte ich übrigens diese Arbeit wiederholen müssen, würde ich mich nicht mit zwei Galvanometer begnügt, sondern drei angewandt haben, einen für jeden Strom und den dritten für die Differenz. Die Abweichungen der drei Instrumente lassen sich, nachdem man sie mit einander verglichen hat, ohne Mühe berichtigen.

Die Tafel der Intensitäten ist der Hauptsache nach in 2 Columnen getheilt; die erste enthält die Grade der Ablenkung, die zweite den numerischen Werth eines jeden Grades; jede Abtheilung hat ihre Columnne von Differenzen, die eine in Graden, die andere in Zahlen. Die Beobachtung giebt unmittelbar die Differenzen in Grade; diese sind, wie wir gesehen:

$$\text{Strom } 10^{\circ} - \text{Strom } 9^{\circ} = \text{Strom } 2^{\circ}$$

$$\text{Strom } 13^{\circ} - \text{Strom } 12^{\circ} = \text{Strom } 3^{\circ}.$$

Man reducirt diese Differenzen auf Zahlen, indem man vom Werthe der ersten Grade ausgeht. Diejenigen Differenzen in Graden, welche durch Beobachtung gegeben sind, haben ein Sternchen neben sich; die nicht bezeichneten sind arithmetische Mittel. Es wäre ganz unnütz,

sich mit einem genaueren Interpolationsgesetz zu beschäftigen; denn die Fehler, welche man in dieser Beziehung begehen kann, sind ohne Zweifel sehr klein gegen die, mit denen die Beobachtungen behaftet sind. Ich hätte zwar den Gang der Differenzen durch eine empirische Formel minder unregelmäßig machen können; allein die Tafel würde dadurch nichts gewonnen haben. Es ist überdies besser, alle Unregelmäßigkeiten offen da liegen zu lassen, als sie auf irgend eine Weise zu verstecken.

Die Genauigkeit der Tafel hängt vor allem von der Sorgfalt ab, mit der man die Werthe der ersten Grade festgesetzt hat. Ich habe den Anfang der Tafel mehrmals wiederholt, bald nach der Methode der Verdoppelungen, bald nach der Methode der Unterschiede. Die Zahlen, welche den ersten neun Graden gegenüber stehen, sind aus dem gemeinschaftlichen Gebrauche beider Methoden hervorgegangen, und aus den besten Beobachtungen ausgewählt. Ich bin gewiß, daß sie nur wenig von der Wahrheit abweichen; allein dennoch ist es kaum wahrscheinlich, daß der Werth der höheren Grade so genau sey, wie der des unteren Theils der Skale. Ich habe indess die Tafel in fast allen Punkten geprüft, und mich überzeugt, daß sie nirgends um einen halben Grad fehlerhaft ist.

Rückstände der Ströme.

Der Galvanometer mißt nur den Strom, der durch seinen Draht geht; allein, wenn ein Strom von einer etwas mächtigen Quelle ausfließt, welcher Theil geht durch den Draht des Instruments, und welcher nicht? Zunächst muß man die thermo-elektrischen Ströme wohl von den hydro-elektrischen unterscheiden.

Thermo-elektrische Ströme.

Diese Ströme werden mit der Verlängerung ihres Bogens in einer auffallenden Weise schwächer. Das Gesetz

dieser Abnahme ist sehr verwickelt; ich habe mich davon bei mehreren Gelegenheiten überzeugt, besonders aber, als ich suchte, welche Länge man einem Multiplicatordraht geben müsse, damit er die größten Wirkungen hervorbringe. Ich habe gesehen, daß das *Maximum* bei einer gewissen Zahl von Windungen des Drahts eintritt; eine größere, wie eine kleinere Anzahl schwächt die Empfindlichkeit des Instruments. Aber dieß gilt, wohl zu merken, nur von den thermo-elektrischen Strömen. Für die hydro-elektrischen Ströme ist das Instrument desto empfindlicher, je mehr man die Windungen des Drahts um den Rahmen vervielfältigt. Der Unterschied ist so schneidend, daß man sich darin nicht irren kann. Er erklärt sich ziemlich gut, wenn man von der bekannten Thatsache ausgeht, daß die Leitungsfähigkeit des Verbindungsdrahts weit unvollkommener ist für Ströme von *schwacher Spannung*, zu denen die thermo-elektrischen Ströme gehören, als für Ströme von *starker Spannung*, für die hydro-elektrischen Ströme.

Aus diesem Grunde ist die Aufsuchung der Rückstände in dem einen Falle viel einfacher als in dem andern. Für die thermo-elektrischen Ströme scheint mir sogar die Aufgabe so verwickelt, daß ich sehr zweifle, ob sie auf dem Wege des Experimentes lösbar sey. Wir versuchen ihre Lösung demnach nur für die hydro-elektrischen Ströme, wo sich nicht so viele Schwierigkeiten darbieten.

Hydro-elektrische Ströme.

Als erste Regel muß hier aufgestellt werden, daß, *bei gleicher Kraft*, diese Ströme einen desto unbedeutenden Rückstand hinterlassen, als die Zahl der Volta'schen Elemente, aus denen sie entspringen, beträchtlicher ist.

Der Rahmen unseres Comparateurs trägt vier Multiplicatore. Gesetzt einer dieser Drähte stehe in Verbin-

dung mit einer gewissen Quelle Volta'scher Elektricität, und diese bewirke eine mit d^0 bezeichnete Ablenkung der Magneträdel. Man setze einen andern Draht mit derselben Quelle in Verbindung; der Strom wird sich unter beide Leiter theilen, und eine Wirkung hervorbringen, welche die erste d^0 um eine gewisse Gröfse r^0 übertrifft, sobald der Strom zu stark ist, um gänzlich durch einen einzigen Draht zu gehen. Man verbinde nun noch den dritten Draht mit derselben Quelle; der Strom wird den drei Leitern folgen, und eine um r' gröfsere Ablenkung bewirken, sobald der Strom, wegen seiner Kräftigkeit, nicht ganz durch die beiden ersten Drähte gehen kann. Fügt man den vierten Draht hinzu, so wird man eine abermalige Zunahme r'' der Ablenkung erhalten, sobald der Strom sich durch die drei ersten Leiter nicht gänzlich entlud.

Diefs ist die Art, das Gesetz der Rückstände zu untersuchen. Durch Anwendung derselben auf eine einfache Kette erhielt ich die in folgender Tafel befindlichen Resultate. Die Volta'sche Kette war so eingerichtet, dafs man sie mehr oder weniger tief in gesäuertes Wasser tauchen konnte, um Ströme von falscher Stärke zu erhalten.

Stufenweise Ein- tau- chung.	Ablenkungen bei Entladung des Stroms durch			
	einen Draht.	zwei Drähte.	drei Drähte.	vier Drähte.
1	10^0	$10^0 + 0$	$10^0 + 0 + 0$	$10^0 + 0 + 0 + 0$
2	18	$18 + \frac{1}{8}$	$18 + \frac{1}{8} + 0$	$18 + \frac{1}{8} + 0 + 0$
3	23	$23 + \frac{1}{4}$	$23 + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$	$23 + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + 0$
4	29	$29 + \frac{1}{2}$	$29 + 1 + \frac{1}{4}$	$29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$
5	37	$37 + 1$	$37 + 1 + \frac{1}{2}$	$37 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$
6	47	$47 + 2$	$47 + 2 + 1$	$47 + 2 + 1 + \frac{1}{2}$

Die Resultate dieser Tafel, beginnen bei 10^0 . Der Strom von dieser Kraft geht gänzlich durch einen einzigen

Draht, da die drei übrigen seiner Wirkung nichts hinzufügen.

Der Strom von 18° ist schon stark genug, einen Rückstand zu geben; der zweite Draht fügt $\frac{1}{8}^\circ$, den ersten wahrnehmbaren Bruchwerth, hinzu; die beiden andern fügen nichts hinzu.

Bei 23° sind die Rückstände $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{8}$. Den ersten erhält man mit dem zweiten Draht, den andern mit dem dritten. Der vierte Draht fügt nichts hinzu.

Bei 29° giebt es drei Rückstände, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$. Der vierte Draht, der im vorhergehenden Falle nichts hinzufügte, giebt einen Zuwachs von $\frac{1}{8}$, d. h., wie wir schon gesagt, den kleinst wahrnehmbaren Bruch. Ein fünfter Draht würde nichts von Bedcutung hinzufügen. Der Strom von 29° ist demnach der erste, den man ganz mit den vier Drähten des Instrumentes messen kann. Die Ströme von gröfserer Kraft finden in dem Galvanometer keine hinlängliche Zahl von Leitern, um sich vollständig zu entladen. Der Strom von 37° , welcher als Rückstände die Gröfsen 1, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ giebt, würde einen fünften Draht erfordern, um in seiner Gesamtheit hindurchzugehen; und für den Strom von 47° , dessen erste Rückstände 2, 1, $\frac{1}{2}$ sind, müfste man einen sechsten Draht hinzufügen.

Das Gesetz dieser Rückstände ist so sichtbar, dafs man die Reihe in allen Fällen, wo sie nicht bis zum letzten Gliede getrieben wäre, ergänzen kann. Die Rückstände nehmen in der geometrischen Reihe $2:1:\frac{1}{2}:\frac{1}{4}\dots$ ab, deren Summe $2r - \frac{1}{2}$ ist, gegeben blofs durch den ersten Rückstand r und den letzten $\frac{1}{2}$. Ich bin weit entfernt zu glauben, dafs dieses Resultat eine mathematische Genauigkeit habe; vielmehr ist es sehr wahrscheinlich, dafs das Gesetz der Rückstände verwickelter ist. Dasjenige, zu welchem wir gelangten, mufs als ein annäherndes Gesetz betrachtet werden, dessen die Physiker sich so lange bedienen können, bis ein genaueres aufgefunden ist.

Die Tafel der Rückstände enthält die Elemente einer

andern Approximation. Schreiben wir in drei Columnen: 1) die Grade D^0 der Ströme, wie sie in vorhergehender Tafel enthalten; 2) die Intensitäten dieser Ströme, nach der von uns hierüber entworfenen Tafel; 3) die Rückstände $2r - \frac{1}{8}$ mit ihren Aequivalenten in Zahlen, so erhält man die folgende Tafel:

Ablenkun- gen D^0 .	Intensitäten I .	Rückstände $2r - \frac{1}{8}$.	
		Grade.	Zahlen.
10°	41,98	0°,125 =	0,73 = $\frac{1}{3,8}$ (41,98)
23	77,68	0,375 =	3,53 = $\frac{1}{2,2}$ (77,68)
29	152,63	0,875 =	14,75 = $\frac{1}{10}$ (152,63)
37	318,48	1,875 =	49,33 = $\frac{1}{6,3}$ (318,48)
47	645,14	3,875 =	181,00 = $\frac{1}{3,6}$ (645,14)

Vergleicht man die Intensitätszahlen I mit den Graden der Rückstände, so sieht man, daß diese beiden Größen, ausgenommen die Werthe in der ersten Linie, fast in gleichem Verhältnisse zunehmen. Die einen wie die andern verdoppeln sich von Glied zu Glied. Die Rückstände nehmen also beinahe wie die Intensitäten zu; allein in diesem Verhältnisse sind, was man nicht übersehen darf, die Rückstände noch in *Graden* ausgedrückt. Auf *Zahlen* gebracht, stellen sie eine Reihe dar, die schnell, aber ohne alle scheinbare Regelmäßigkeit abnimmt *). Vergleicht man nämlich die Intensität der Rückstände mit der Intensität der zugehörigen Ströme, so erhält man die Reihe $\frac{1}{3,8}$, $\frac{1}{2,2}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{6,3}$, $\frac{1}{3,6}$; die ersten Glieder nehmen in einem stärkeren Verhältniß als das 1:2 zu, die letzteren dagegen in einem schwächeren. Ohne eine Folgerung aus diesem Resultat zu ziehen, bemerke ich nur, daß die Verluste

*) Um diese Reduction zu bewerkstelligen, addirt man zur Ablenkung D^0 ihren Rückstand in Graden $= 2r - \frac{1}{8}$, sucht in der Tafel die Intensität des Stromes $= D^0 + 2r - \frac{1}{8}$ auf, und leitet aus dieser Zahl die der Ablenkung D^0 entsprechende Intensität ab.

lüste bei den Rückständen der Ströme mit einer nicht geahneten Schnelligkeit zunehmen. Der Strom von 18° verliert kaum $\frac{1}{3}$ seiner Kraft; der von 47° verliert schon zwei Siebentel.

Diese Details beziehen sich nur auf Ströme, erregt von einer einfachen Volta'schen Kette; indess lassen sich die Rückstände der von mehreren Elementen erregten Ströme auf gleiche Weise bestimmen. Das von uns für die einfache Kette angegebene Gesetz findet man bei der Säule wieder, nur erscheint der erste Rückstand später. Eine Säule z. B., die aus 12 Elementen besteht und eine Ablenkung von 30° giebt, erzeugt einen Strom, welcher gänzlich durch einen einzigen Draht meines Instruments geht; ein einziges Element von ebenfalls 30° Kraft giebt dagegen einen Strom, welcher, in einem einzigen Draht, $\frac{1}{10}$ seiner Intensität verliert.

Hier ein anderes Resultat, welches, wenn man alle Drähte des Comparateurs gebraucht, bemerkt zu werden verdient. Eine Säule von 14 bis 15 Elementen und der Kraft 60° , giebt einen Strom, der nicht ganz durch einen einzigen Draht zieht, wohl aber vollständig bei Mitwirkung der drei übrigen Drähte. Man sieht hieraus, daß es etwas sagen will, Säulen von etwas beträchtlicher Kraft vollständig zu entladen, denn um bis zu dem Punkte 60° zu gelangen, muß man Elemente von 24 bis 30 Quadratzoll Oberfläche anwenden.

Wir treiben diese Details nicht weiter, weil es hier nicht der Ort ist, die Untersuchung über die Rückstände zu erschöpfen. Die Resultate und die Erläuterungen, die wir von ihnen gegeben haben, reichen hin, die Physiker in den Stand zu setzen, die mit dem Galvanometer erhaltenen Messungen zu vervollständigen. Unter diesem Gesichtspunkt lag die Frage wegen der Rückstände im Plane meiner Arbeit, und die Beschäftigung mit derselben war nothwendig, um nicht der Intensitätentafel eines Supplements zu berauben, das, wie mir scheint, von allgemei-

nem Nutzen werden kann. Die Verfolgung des von mir vorgezeichneten Weges führt zur Lösung mehrerer Aufgaben der Galvanometrie. So lange die Säulen isolirt sind, entwickeln sie an ihren Polen eine *Spannung*, die man mit dem Elektrometer mißt; sobald man den Bogen schließt, verschwinden die Zeichen der Spannung gänzlich, und der Apparat giebt andere Wirkungen, die man zwar untersucht, auf tausendfache Weise zergliedert, aber noch nie mit Genauigkeit gemessen hat. Zu diesen Wirkungen muß man die mehr oder weniger große Schwierigkeit zählen, mit welcher die Zwischen-Flüssigkeiten und Verbindungsdrähte von den Strömen durchlaufen werden. Wie ist aber diese Art von Widerstand mit einiger Genauigkeit zu messen? Es scheint mir kaum möglich, diese Messung aufser den erwähnten Rückständen zu erhalten.

Ich schliesse mit einer Betrachtung über die Schwierigkeiten dieses Gegenstandes. Die Physik befindet sich gegenwärtig auf demselben Punkt wie die angewandte Mathematik, wo die Probleme so ungemein verwickelt geworden sind. Die leichten Versuche sind bereits gemacht und die einfachen Gesetze entdeckt; es bleiben nur noch schwierige Versuche anzustellen und verwickelte Gesetze zu entfalten. In allen Zweigen der Wissenschaft stößt man auf Schwierigkeiten. Was insbesondere die Galvanometrie betrifft, so stelle ich die Arbeiten der HH. Becquerel, de La Rive und Marianini in den ersten Rang, da sie eine Fülle höchst interessanter Versuche und Beobachtungen enthalten. Indefs, bei aller Anerkennung des Verdienstes dieser Arbeiten, lassen sie doch noch viel zu wünschen übrig, wenn man erwägt, daß die Resultate, dem größten Theile nach, weder mit hinlänglicher Genauigkeit gemessen sind, noch Vergleichbarkeit besitzen. Die Galvanometrie, man kann es sagen, ist eben so reich an Thatfachen, wie arm an Messungen. Man sieht, daß man sie, ohne Hülfe eines *vergleichbaren Galvanometers*,

unmöglich aus diesem Zustand ziehen kann; man sieht ferner, daß die *Tafel der Intensitäten* so gut ist, als man es nach dem angewandten Instrumente nur wünschen kann. Ich habe gesucht beide Zwecke zu erfüllen. Diefs war, wie ich schon zu Anfange bemerkte, nicht ohne Schwierigkeit; ich muß diese Erklärung hier am Schlusse wiederholen, theils um in gewisser Hinsicht die Unvollkommenheit meiner Arbeit zu rechtfertigen, theils um die Physiker aufzumuntern, andere Hülfsmittel aufzusuchen, wenn die von mir erlangten Resultate nicht so genügend seyn sollten, als ich voraussetze.

Beschreibung des Instruments.

Fig. 1. Taf. III. Perspectivische Ansicht des Galvanometers im Viertel der natürlichen Gröfse. *AAA* eine Holzplatte, die mittelst der drei Schrauben *ooo* horizontal gestellt wird. Dicke der Platte 15, Breite 220 und Länge 310 Millimeter. — *TT* Holzrahmen, der mit vier Schrauben an der Platte befestigt ist. — *CC* Kreis von Metall, getheilt in 360° , und auf dem Rahmen mit vier Schrauben befestigt. — *DEF* ein auf der Tafel senkrechter Ständer von Messing, an dessen oberem Ende der Faden hängt. — *dfg* Mechanismus zum Heben und Senken der Magnetnadel. — *HHH* Glasglocke, zu deren Aufnahme der Tisch mit einer kreisrunden Rinne versehen ist. — *I, II, III* etc. Messingstifte, auf welche die Enden der vier Multiplicatordrähte gewickelt sind. Um den Contact mit den Drähten zu vervollkommen hat man ihnen eine konische Form gegeben. Oben sind Löcher eingebohrt, um die Mittel zur Verbindung zu erleichtern. — *ns* Magnetnadel, aus einer gewöhnlichen Nähnadel (wie sie aus Aachen kommen und mit No. 10. bezeichnet sind) geschnitten. Länge 83,5, Dicke 0,66 Millimeter. — *ii* Zeiger von Messing. — *pq* kleiner Messing-

cylinder, aus zwei von einander zu schraubenden Stücken bestehend, von denen eins die Nadel *ns*, und das andere den Zeiger *ii* trägt. Der obere pimmt den kleinen Ring *o* auf, welcher an dem Faden hängt, Höhe $pq=8$, Durchmesser $=2$ Millimeter. Das Gewicht des Cylinders, mit Nadel und Zeiger, ist 0,79 Grm., das der Nadel allein 0,21 Grm. Der Abstand zwischen Nadel *ns* und Zeiger *ii* ist 12 Millimeter.

Fig. 2. Taf. III. Rahmen. Der von den 4 Multiplicator-drähten bedeckte Theil muß genau folgende Dimensionen haben: Länge $ab=90$, Breite aa oder $bb=11$, Höhe $cd=13$ Millimeter. Die Seiten *mn*, *op* ragen um 2,5 Millim. über die Ebenen *cd* hervor. Diese Höhe reicht hin, um die Schnur aufzunehmen, ohne die unmittelbare Befestigung des Kreises *CC* auf die Seiten *mn*, *mn* zu hindern. — *xy* rhomboïdale Oeffnung, um die Nadel *ns* in den Rahmen zu bringen. Die oberen Seiten *mn*, *mn* sind gewölbt, damit man die Windungen der Schnur trennen und auf jeder Seite befestigen könne, so daß die Oeffnung *xy* frei bleibt. Diese Windungen werden durch Seidenfäden an die Seiten *mn*, *mn* festgebunden. — *ff* kleine Ohren von Metall an den untern Seiten *op*, um durch sie, mittelst Schrauben, den Rahmen an die Platte zu befestigen.

Die vier Multiplicatordrähte sind in der ganzen Länge ihrer Windung um den Rahmen zusammengedreht, und trennen sich erst da, wo sie den Rahmen verlassen und zu den Stiften I., II., III. geführt sind. Die Stifte I., II. gehören zum ersten Draht, III., IV. zum zweiten, V., VI. zum dritten, VII., VIII. zum vierten. Der um den Rahmen gewundene Theil der Schnur ist 870 Millimeter lang. Die Drehung der Schnur ist so stark, daß jeder Draht sich beim Abdrehen um 17 Millimeter verlängern würde. Vom Rahmen zu den Stiften ist jeder Faden 150 Millimeter lang. Der um die Stifte gewundene Theil hat außerdem bei jedem Draht eine Länge von 140 — 150

Millimeter. Im Ganzen braucht man für jeden Draht eine Länge von 1480 Millimeter. Die Drähte sind genau $\frac{3}{4}$ Millimeter dick, mit Seide übersponnen fast 1 Millimeter. Man glüht sie vor dem Bespinnen aus, wodurch sie weicher werden, und sich leichter zusammendrehen und um den Rahmen legen lassen.

Die Leitungsfähigkeit der Drähte hängt nur von ihren Dimensionen ab. Die kleinen Unterschiede in der Beschaffenheit dieses oder jenes Kupfers sind von keinem Einfluß. Das Instrument muß so aufgestellt werden, daß der Zeiger *ii* sich auf Seite des Beobachters befinde. Man dreht daher den hintern Theil der Tafel gegen Nord, und den vorderen I., II., III. etc. gegen Süden.

III. *Beschreibung eines Thermo-Multipliers oder elektrischen Thermoskops; von Hrn. Leopold Nobili in Reggio.*

(*Bibliothèque universelle* T. 44. p. 225.)

Als ich zum ersten Male von meinem Galvanometer mit zwei Nadeln *) sprach, führte ich mehrere Versuche zum Beweise der Empfindlichkeit dieses Instrumentes an. Ich erwähnte unter andern, daß man eine der Löthstellen einer thermo-elektrischen Kette nur um zwei Grad über die Temperatur der Umgebung zu erwärmen brauche, um eine Ablenkung von 15 bis 20° am magnetischen Indicator zu erhalten **). Von da an hielt ich es für wahrscheinlich, daß ein nach allen Regeln construirter Galvanometer ein ungemein empfindliches Differentialthermometer werden könnte. Durch sonstige Geschäfte abgehalten, konnte ich erst im verflossenen Sommer ernstlich an die Con-

*) Diese Annal. Bd. 84. S. 338.

**) *Biblioth. univers. T. XXIX. p. 124.*

struction eines solchen Instrumentes denken. Nach mehreren Versuchen blieb ich bei der folgenden Einrichtung stehen, welche mehrere Vortheile darbietet, besonders den einer Empfindlichkeit, die selbst die der Bréguet'schen Metallthermometer übertrifft.

Das Instrument besteht aus zwei Haupttheilen, aus einem Galvanometer mit zwei Magnetnadeln, und aus einer thermo-elektrischen Büchse *SS* (Fig. 3. Taf. III.). Die Form des Galvanometers weicht wenig von denen ab, die ich meinen tragbaren Galvanometern gegeben habe. Der Hauptunterschied liegt in dem Rahmen, der solche Dimensionen hat, daß der umgewickelte Draht viel kürzer ist, als in den gewöhnlichen Rahmen.

Die Büchse *SS* enthält eine thermo-elektrische Säule, aus sechs Ketten von Wismuth und Antimon bestehend. Fig. 4. Taf. III. zeigt diese Ketten, in gerade Linie gestellt; in der Wirklichkeit stehen sie aber im Kreise, um in die Büchse *SS* gestellt werden zu können. Man sieht nur die ungeraden Löthstellen 1., 3., 5. u. s. w.; die geraden Löthstellen 2., 4., 6. u. s. w., sind durch die Büchse verdeckt, und überdiß mit einem Kitt umgeben. Die oberen Löthstellen ragen zwei bis drei Linien über den Kitt hervor.

An die Enden *AB* der Säule sind zwei Ansätze *A B'* gelöthet, welche zur Büchse herausragen und zur Aufnahme von Drähten dienen, durch welche sie mit den Enden des Multiplicators in Verbindung gesetzt werden. Diese Ansätze sind, wie der Galvanometerdraht, von Kupfer.

Die Büchse ist so eingerichtet, daß man sie nach Belieben an den Galvanometer setzen kann. Man kann dann das Instrument z. B. unter die Glocke einer Luftpumpe bringen, und so die Kälte messen, welche beim Auspumpen der Luft eintritt. Alle ungeraden Löthstellen 1., 3., 5., .. der Ketten stehen in unmittelbarer Berüh-

rung mit der Luft der Glocke, und erkälten sich beim ersten Hub der Stempel, während die unteren Löthstellen, wegen ihrer Bekleidung mit Kitt, den Eindruck der Kälte nicht erfahren. Dadurch entsteht ein elektrischer Strom, welcher wie gewöhnlich auf die Magnetnadeln des Galvanometers wirkt. Denselben Versuch kann man auch anstellen, ohne den Galvanometer in die Glocke zu bringen; nur die thermo-elektrische Kette braucht sich in derselben zu befinden.

Das eben beschriebene Instrument bietet mehrere Vorzüge vor den bis jetzt bekannten Thermometern dar.

1) Seine Empfindlichkeit ist 15 bis 20 Mal größer, als die der Bréguet'schen Thermometer. Eine Temperaturveränderung von 2 Grad entspricht bei der Nadel des Multipliers schon einem Bogen von 30 bis 40°. Um eine rohe Idee von dem Unterschiede in der Empfindlichkeit beider Thermometer zu geben, sage ich nur, daß, als eine und dieselbe Person einige Male auf die Feder des Bréguet'schen Thermometers und auf die Büchse *SS* hauchte, die Nadel des ersten Instruments um 10 bis 12 Grad vorschritt, während die des letzteren einen Bogen von 150° und mehr durchlief.

2) Der Zeiger des Thermo-Multipliers befindet sich an einer Seite, und die thermometrische Substanz an der andern. Diese Substanz, nämlich die Säule der Büchse *SS*, kann beliebig weit vom Galvanometer gestellt werden, wenn man nur die Verbindung durch Drähte von gehöriger Länge unterhält. Diese Trennung kann in mehreren Fällen von Nutzen seyn, z. B. bei sehr zarten Versuchen, wo der Beobachter fürchtet, die Resultate durch den Einfluß seiner eignen Wärme abzuändern.

3) Mit den gewöhnlichen Thermometern kann man die Temperatur im Innern eines Gefäßes nur ermitteln, sobald es durchsichtig ist, und also die Theilung sehen läßt. Diese Bedingung ist beim Thermo-Multiplica-

tor ganz überflüssig. Die Büchse wird in das undurchsichtige Gefäß gebracht, und der Galvanometer bleibt außerhalb, beim Beobachter.

4) Die thermo-elektrische Substanz in der Büchse SS kann unter allen Umständen angewandt werden, da sie weder der Zerbrechung unterworfen ist, noch durch Erschütterung leidet. Man kann z. B. mittelst eines Blasebalgs einen Luftstrom auf eine oder mehrere Ketten der Säulen richten, und beobachten, ob hiebei Wärme entwickelt wird; während das Bréguet'sche und ähnliche Thermometer zu diesem Versuche nicht geeignet sind.

5) Es ist noch unbekannt, ob sich beim Zusammen-drücken des Wassers Wärme entwickelt. Bei den Versuchen der HH. Colladon und Sturm gab das Bréguet'sche Thermometer keine Anzeige davon *); der Versuch wäre daher mit dem weit empfindlicheren Thermo-Multiplikator zu wiederholen.

6) Die Versuche über die Wärmkraft der verschiedenen Farben des Sonnenspectrums sind nicht ganz entscheidend. Es wäre nützlich, sie mit diesem neuen Instrumente zu wiederholen, da es sich sehr zu dieser Art von Beobachtungen eignet, man mag nun der Büchse die hier gegebene Form lassen, oder eine nach den Umständen abgeänderte Form geben.

7) Das Instrument kann mit Vortheil zu allen Untersuchungen über die Natur der strahlenden Wärme u. s. w. benutzt werden.

Die Form, welche ich der thermo-elektrischen Büchse gegeben habe, scheint mir für die meisten Versuche die bequemste zu seyn. Diese Einrichtung ist die einfachste. Es ist übrigens gut, eine Büchse mit abnehmbarem Boden zu haben, damit man nöthigenfalls die geraden Löthstellen 2., 4., 6., statt der ungeraden 1., 3., 5. gebrauchen könne. Setzt man die einen oder die andern in schmelzendes Eis, so erhält man einerseits eine constante Tem-

*) Diese Annal. Bd. 88. S. 163.

peratur, die in mehreren Fällen erlauben würde, zwei Versuche neben einander anzustellen.

Die Dimensionen des Multiplicators in diesem Instrumente sind so gewählt, daß die thermo-elektrischen Ströme den größten Effect hervorbringen können. Ueberdies ist dies Instrument sehr empfindlich, selbst für hydro-elektrische Ströme, so daß man sich desselben auch für diese bedienen kann, ohne zu stärkeren Multiplicatoren seine Zuflucht zu nehmen, ausgenommen im Fall sehr zarter Versuche. Um in allen Fällen die größte Wirkung zu haben, bedarf man zweier Galvanometer, einen für hydro-elektrische und einen für thermo-elektrische Ströme. Will man nur einen, so zieht man den zum Thermo-Multiplicator angewandten vor; er ist der vortheilhafteste.

N a c h t r a g.

Als ich dies neue Instrument kennen lehrte, bemerkte ich unter andern, daß man sich desselben mit Nutzen bei Untersuchungen über die strahlende Wärme und die Wärmekraft der verschiedenen Lichtstrahlen des Sonnenspectrums bedienen könne, und daß die gewöhnliche Büchse für viele Versuche ausreichen werde, daß man aber für andere Zwecke auch andere von verschiedener Gestalt verfertigen müsse.

Die Säule meines Instruments enthielt gewöhnlich sechs Ketten von Wismuth und Antimon, deren Löthungen abwechselnd entblößt und mit einem harzigen Kitt bekleidet waren. Da es nun bei gewissen Versuchen geschehen kann, daß man mehr oder weniger heiße Körper, nach einander oder zugleich, auf die oberen und unteren Löthstellen bringen muß, so habe ich eingesehen, daß es gut sey, eine Säule zu haben, bei der man diese Operationen mit Leichtigkeit vornehmen kann.

Wenn eine dieser Büchsen in die Mitte eines Zimmers gestellt, und die Vorderseite der Säule success v

gegen die vier Wände gedreht wird, so erhält man unzweideutige Anzeigen von Temperaturunterschieden, wie sie die örtliche Lage dieser Wände mit sich bringen muß. Bekanntlich ist Spiegelglanz ein Hinderniß für die Absorption der Wärme; die Löthstellen der thermo-elektrischen Säule müssen daher den Einfluß der Wärmestrahlen weit stärker empfinden, wenn man sie mit einer absorbirenden Substanz, wie Kienruß, bekleidet. Diefs geschieht auch wirklich; denn, wenn man die Löthstellen auf diese Weise vorrichtet, erhält der Apparat einen neuen Grad von Empfindlichkeit, und zeigt, in dem angeführten Versuch, die Temperaturunterschiede der Wände viel besser an.

Neuere Versuche haben indess gezeigt, daß man die Empfindlichkeit des Thermo-Multipliers für strahlende Wärme bis zu einem ganz überraschenden, ich möchte sagen, unglaublichen Grade erhöhen kann.

Hr. Melloni, Professor der Physik an der Universität zu Rom, der sich einen meiner Thermo-Multiplier mit der gewöhnlichen Büchse von sechs Elementen verschaffte, hat denselben einigen Proben unterworfen, und sich bald überzeugt, daß dieses Instrument, obgleich es allen ähnlichen in der Entdeckung kleiner Temperaturunterschiede zwischen Körpern, die es berührt, überlegen ist, dennoch für die Wärmestrahlung nicht so empfindlich ist. In der Absicht, es in letzterer Hinsicht wirksamer zu machen, verfertigte er eine neue Säule von 16 dünnen Elementen, die ganz bedeckt und geschwärzt waren, und gegen die oberen Löthstellen hin durch eine Art von durchlöcherter und mit Kitt überzogenem Holzdeckel gehalten wurden. Die Büchse ist von Metall mit doppeltem Boden. Ein konischer Reflector von Metall befindet sich unten. Es wird von einem Fuß getragen, und kann nach jeder beliebigen Richtung gedreht werden.

Diese Construction, in welcher man den geschickten Physiker erkennt, erfüllt ihren Zweck vollkommen. Be-

deckt man den Reflector, der anfangs gegen die Decke eines Saals gerichtet war, so sieht man die Nadel des Galvanometers augenblicklich abweichen. Die Abweichung verändert sich mit der mehr oder weniger schiefen Richtung der Achse des Spiegels, und kommt beständig auf denselben Punkt zurück, sobald die Axe wieder in dieselbe Richtung gebracht wird. Diefs beweist aufs allerdeutlichste, dafs die Wirkung in der That von der Strahlung der fernen Wände, und nicht von der Berührung der umgebenden Luft herrührt. Schliesst man alle Fenster des Saals bis auf eins, und dreht nun den Apparat bald gegen das offne Fenster, bald gegen die gegenüberliegende Mauer, so beschreibt die Magnetnadel Bögen von 30° bis 60° , wie grofs auch der Saal seyn mag.

Ein grofser Vorthail der metallischen Hülle besteht darin, dafs es dem Beobachter gestattet ist, sich dem Instrumente zu nähern, ohne befürchten zu dürfen, dafs seine eigene Wärme auf die Resultate der Versuche einwirke; denn wenn man darauf achtet, sich hinter den Boden des Instruments zu stellen, wenn die Axe des Spiegels horizontal liegt, so treffen die von der Person ausgehenden Wärmestrahlen die Wände der Büchse, und werden daselbst reflectirt, ohne die Temperatur der inwendig befindlichen Elemente zu stören; dann kann man die Gegenstände, mit denen man experimentiren will, an lange Holzstäbe befestigen und sie der Vorderseite des Spiegels gegenüberstellen. Ein benetztes Stück Leinwand, welches durch die Verdampfung nur um einen Grad unter die Temperatur der Umgebung erkaltet ist, auf diese Weise in 5 bis 6 Fufs Entfernung vor dem Spiegel aufgehängt, übt auf die Nadel des Instruments einen sehr merkbaren Einfluss aus.

Ich habe diese Vervollkommnungen zur Erbauung einer zweiten Säule benutzt, welche ich künftig mit meinem ersten Thermo-Multiplier vereinigen werde. Diese Säule besteht aus vierzig Elementen, und ist nach beiden

Seiten hin vollkommen symmetrisch, folglich mit zwei Reflectoren versehen, welche man nach Belieben öffnen und verschliessen kann. Ich halte viel auf diese Symmetrie, sowohl weil man nun ohne Unterschied beide Seiten der Säulen gebrauchen, als auch weil man Vergleiche zwischen den gleichzeitigen Temperaturen verschiedener Gegenstände anstellen kann. Um eine Idee von der erstaunlichen Empfindlichkeit dieses letzteren Apparats zu geben, brauche ich nur zu sagen, daß er die Wärme des menschlichen Körpers in einer Entfernung von 18 bis 20 Fufs angiebt.

Die große Empfindlichkeit dieser neuen Thermoskope hat uns, Hrn. Melloni und mich, veranlaßt, eine Reihe von Versuchen zu unternehmen, die wir bald bekannt machen werden. Alsdann werden wir die Construction und die Gebrauchsweise ausführlich beschreiben.

IV. *Ueber die Wirkung der Elektrizität auf die bei Erwärmung phosphorescirenden Mineralien; von Th J. Pearsall, Assistenten im Laboratorium der Königl. Institution.*

(*Journal of the Royal Instit. No. 1. p. 77.*)

Bei einigen Versuchen über die Wirkung eines elektrischen Schlages auf die, Chlorophan genannte, Varietät des Flußspaths, welche sich durch ihre Phosphorescenz bei Erhitzung besonders auszeichnet, bemerkte ich gewisse Erscheinungen, die in dem gegenwärtigen Aufsatz auseinandergesetzt sind.

Als ein elektrischer Schlag über Bruchstücke oder gröbliches Pulver eines sehr schönen Chlorophan geleitet wurde, entstand ein prächtig grünes Licht. Bei mehrmaliger Wiederholung des Versuchs, zeigte sich die Phos-

phorescenz bei jedem Schlage, ja sie ward merklich durch diese Operation verstärkt.

Diese auffallende Erscheinung veranlafste mich zu der Annahme, dafs auch solche Mineralien, die ihr Phosphorescenzvermögen durch Glühen verloren haben, dasselbe wohl durch Wirkung der Elektricität wieder bekommen möchten, und dem zufolge stellte ich die nachstehenden Versuche an, welche zeigen werden, in wie weit meine Voraussetzung bestätigt wurde.

Ein Chlorophan, welcher im natürlichen Zustande sehr stark phosphorescirte, wurde zuerst der Wirkung der Hitze ausgesetzt. Das ausgestrahlte Licht war farbig, erst bläulich-grün und sehr hell, dann nelkenroth, gemischt mit blassem Weifs, als das Mineral rothglühend wurde, wo es alles eigenthümliche Licht verlor.

Auf eine Portion desselben Minerals, welches seiner Leuchtkraft durch Glühen beraubt worden war, wurde ein einziger elektrischer Schlag geleitet, aus einer kleinen Leidner Flasche von etwa einem Quadratfufs belegter Fläche. Das Mineral wurde beim Uebergang der Elektricität leuchtend, und zwar mit *grünem* Lichte.

Als die so elektrisirte Portion erhitzt wurde, phosphorescirte sie mit *grünem* Lichte, fast eben so stark, wie eine Portion des Minerals im natürlichen Zustande, mit dem sie verglichen wurde. Dieser Versuch wurde mehrmals wiederholt, und gab immer dieselben Resultate.

Nun wurde ein Chlorophan von geringerer Güte erhitzt. Er gab ein starkes Licht von *schwacher Purpurfarbe*; allein er decrepitirte beim Glühen so heftig, dafs kein Stück zum Elektrisiren für sich von hinlänglicher Gröfse erhalten werden konnte.

Die Splitter wurden daher in eine Glasröhre gebracht und durch diese drei elektrische Schläge geleitet; nach jedem Schlage entstand ein *purpurfarbenes* Licht. Sie wurden nun auf Platin erhitzt, wobei sie mit *verschiedenen* Farben phosphorescirten; einige erschienen *grün*, an-

dere *gelb*, und zuletzt nahm der Ganze ein *dunkel purpurfarbenes* Licht an. Diese Farben waren deutlich von denen des natürlichen Minerals verschieden, von dem eine gleichzeitig erhitzte Portion nur eine schwache Purpurfarbe zeigte.

Ein Theil desselben Exemplars, das geglüht, aber nicht elektrisirt worden war, gab bei der Erhitzung kein Licht *).

Chlorophan, dessen Phosphorescenz durch eine starke Hitze zerstört worden war, wurde zwei Tage lang dem Sonnenlichte ausgesetzt, jedoch ohne Erfolg, während ein einziger elektrischer Schlag seine Phosphorescenz wieder herstellte.

Es wurden wiederholte Schläge auf dieselbe Substanz geleitet, und es zeigte sich dabei, daß die Zahl und die Stärke derselben die Phosphorescenz erhöhten; das bei Erhitzung ausgestrahlte grüne Licht wurde nach drei, sechs oder zwölf Schlägen dunkler und anhaltender als nach einem einzigen Schlage.

Chlorophan, welcher stark erhitzt und darauf acht Monate lang dem gewöhnlichen Tageslicht ausgesetzt worden war, hatte nicht die geringste Phosphorescenz erlangt. Beim Uebergang der Elektrizität gab er indess ein grünliches Licht, welches mit der Stärke der Entladung zunahm; nur war er wieder leuchtend bei Erhitzung **).

*) Das angewandte Verfahren bestand darin, daß ich die Stücke des Minerals in einer Platinkapsel, bedeckt mit einem Uhrglase, erhitzte. Die Phosphorescenz ward dann durch die Flamme einer Weingeistlampe rasch entwickelt. Auch ließen sich ein und dieselben Stücke leicht einer wiederholten Untersuchung unterwerfen. Durch die Anwendung von Platin, anstatt des Eisens, das gewöhnlich empfohlen wird, war ich gegen den Zutritt von Stoffen geschützt, die den Versuch vielleicht getrübt hätten. Das Glühen geschah in einem Tiegel bei Rothglühhitze.

**) Dr. Brewster setzte Exemplare den im Brennpunkt einer Linse concentrirten Sonnenstrahlen aus, ohne die geringste Anzeige einer Wiederkehr der Phosphorescenz. Brewster on the

Ein Krystall von purpurfarbenem Flußspath, welcher zu gleicher Zeit geglüht und auf ähnliche Weise dem gewöhnlichen Lichte ausgesetzt worden war, phosphorescirte nicht bei Erhitzung, bevor er nicht elektrisirt worden war, wo er dann schwach mit dunkler Purpurfarbe leuchtete.

Es wurde darauf Apatit auf ähnliche Weise durch Glühen seiner Leuchtkraft beraubt. Nach dem Elektrisiren und abermaligen Erhitzen bekam er dieselbe wieder, und strahlte ein citronfarbenes Licht aus, welches die Figur des Bruchstücks deutlich sichtbar machte.

Beim Apatit, wie beim Chlorophan, stand das wieder erzeugte Licht im Verhältniß zu den darauf geleiteten elektrischen Schlägen. In Stücken gelingt es beim Apatit besser als in Pulver.

Diese Versuche zeigen, daß die phosphorescirende Eigenschaft den Mineralien, welche sie durch Erhitzung verloren haben, durch Elektrizität wieder gegeben werden kann.

Ich wurde dadurch veranlaßt zu untersuchen, in wie weit andern Mineralien, die bei Erhitzung phosphoresciren, diese Eigenschaft genommen und wieder gegeben werden könne, so wie auch, ob Mineralien, welche im natürlichen Zustande keine Phosphorescenz besitzen, dieselbe durch Wirkung der Elektrizität erhalten würden. Demgemäß wurden die folgenden Versuche gemacht.

Es wurde ein farbloser Flußspath genommen, welcher bei Erhitzung nicht die geringste Anzeige von Licht gab. Nachdem aber sechs Schläge aus einer Leidner Flasche auf ihn geleitet worden, war er im Stande ein schönes feuerfarbenes oder orangerothes Licht zu entwickeln. Hier war also die Phosphorescenz einer Substanz eingeprägt, welche sie zuvor nicht besaß.

Die mit andern Mineralien erhaltenen Resultate finden sich in der folgenden Tafel.

Phosphorescence of Minerals. Edinb. Philos. Journal. T. I. pag. 387.

Mineral	Farbe.	Wirkung der Hitze.	Geglüht.	Elektrisirt.	Wirkung bei abemaliger Erhitzung.
Fluspath.					
No. 1.	Weisse krystallisirte Masse.	Kein Licht.	Decrepire stark.	Kleine Bruchstücke im Rohr.	Schwaches Licht.
- 2.	do ein anderes Exemplar.	do.	do.	do.	Momentanes, aber deutliches Licht.
- 3.	do. do.	do.	do.	do.	Schwaches Licht.
- 4.	Weisse Krystalle.	Schwaches violettes Licht.	do.	Bruchstück.	Schwaches, violettes Licht, zuletzt dunkel purpurfarben.
- 5.	Grüne Krystalle.	Licht, schwach purpurfarben.	do.	do.	Gelblich-grün, zuletzt intensiv purpur, hell und schön.
- 6.	do. ein anderes Exemplar.	Violettes Licht.	do.	6 Schläge durch ein Rohr.	Grün, violett u. tief purpur. Veränderung deutlich.
- 7.	Bernsteinfarbene Krystalle.	Starkes Licht, violett u. nelkenroth.	do.	do.	Orangefarbenes Licht, hell und von kurzer Dauer.
- 8.	Purpurfarb. krystallin. Masse; die hellsten Portionen aus- gezählt.	do. do.	do.	do.	Licht gelb oder feuerfarben.
- 9.	Die dunkelsten Theile derselben Masse.	do. do. stärker.	do.	do.	Licht grünlich-gelb.
- 10.	Ein anderes Exemplar; ganz dunkel purpurfarben.	do. do.	do.	do.	Licht hellgelb, sehr schön.
Kalkspath.					
No. 11.	Krystalle.	Kein Licht.	Rothegeglüht.	{ Ganz — 6 Schläge — { Stücke in Röhren.	Kein Licht. Schwaches röthliches Licht.
- 12.	do.	do.	do.	Kl. Masse — 6 Schläg.	do.
- 13.	Sogenannte Hundsähne.	Gelbes sehr lang anhaltendes Licht.	do.	Krystall — 6 do.	Licht orangen; erst bei hoher Temperatur.

Bei diesem, wie bei den vorhergehenden Versuchen, wurden Stücke desselben Minerals, die geglüht, aber nicht elektrisirt worden waren, gleichzeitig erhitzt; allein niemals fand bei dem unelektrisirten Mineral eine Lichtentwicklung statt.

Aus dieser Tafel ersieht man, dafs No. 1., 2. und 3. im natürlichen Zustande keine Phosphorescenz besaßen, dieselbe aber durch Elektricität *empfangen*.

No. 4. zeigte eine Phosphorescenz von schwacher Farbe, welche bei Erhitzung *weißer* wurde; allein das ihm *mitgetheilte* Licht war zuletzt *purpurfarben*.

Bei den Mineralien No. 5. bis No. 10. wurde die Phosphorescenz *wieder hergestellt*; allein die, welche sie bekamen, war in der Farbe verschieden von der, welche sie zuvor besaßen.

No. 11. und 12. *erhielten* Licht; bei No. 13. wurde das Licht *wieder hergestellt*.

Ich schreite nun zu einigen Bemerkungen über die *Farbe*, welche dem Flusspath durch Elektricität gegeben wird. In einigen Versuchen mit weißem, etwas gelblichem Flusspath bemerkte ich, nachdem das Pulver elektrisirt worden oder 6 bis 7 Schläge auf ein Stück geleitet waren, einen Unterschied zwischen dem Elektrisirten und natürlichen Mineral, in dem das erstere eine *bläuliche*, das letztere aber eine *weiße* Farbe besaß. Die Phosphorescenz war auch stärker, wo die so mitgetheilte Farbe am deutlichsten war.

Da einige Portionen des dunkel purpurfarbenen Flusspaths, welche durch Erhitzung farblos wurden, am entschiedensten Farbe durch die Elektricität bekommen hatten, so wurden einige weiße Stücke ausgelesen und zerbrochen. Auf und durch eine Portion derselben wurden 12 Schläge geleitet, wodurch ein *hellblaues Licht* entstand, welches an den Kanten und Ecken der Stücke, besonders nach außen hin, sehr deutlich war. Beide Portionen wurden darauf erhitzt. Die, welche elektrisirt wor-

den war, gab ein *blafsblaues Licht* von kurzer Dauer, und beim Erkalten verschwindend; die andere Portion entwickelte kein Licht.

Dieselbe Thatsache zeigte sich auch, als die elektrische Entladung blofs auf das eine Ende einer farblosen Portion geleitet wurde; nach wenigen Schlägen ward hier eine wahrnehmbare Farbe erzeugt.

Einige Splitter und Bruchstücke wurden, in einem kleinen Haufen, in eine an beiden Enden offene Glasröhre gebracht, und zwar zwischen die Drähte des Entladers, welche etwa einen Zoll aus einander standen. Nach mehreren Schlägen hatten die weissen Splitter eine *blaue* Farbe erhalten, und, als sie darauf erhitzt wurden, strahlten sie ein starkes Licht von *blafsgelber Farbe* aus.

Grofse Stücke nahmen beim Elektrisiren eine *blaue* Farbe an, und gaben auch bei Erhitzung ein *blaues* Licht; wenn sie aber in kleine Stücke zerdrückt wurden, entwickelten sie, nach Elektrisirung in einer Röhre und nachheriger Erhitzung, ein *blafsgelbes* Licht, wie bei den vorhergehenden Versuchen.

In einigen Fällen gaben jedoch die kleinen Stücke anfangs ein *blaues*, und dann ein *strohfarbenes* Licht; allein bei jeder Wiederholung war die Farbe und Stärke des Lichts nach der Gröfse des Stücks verschieden, wie in den obigen Beispielen.

Die durch Elektrizität hervorgerufene blaue Farbe schien sich an der Oberfläche oder nahe an derselben aufzuhalten; denn wenn so gefärbte Stücke zerbrochen wurden, waren sie inwendig farblos, aber an den Rändern gefärbt.

Die farblosen Theile phosphorescirten nicht, während es die farbigen und äufsern Theile thaten. Es ist demnach wahrscheinlich, dafs die Phosphorescenz auf die Oberfläche übertragen wird, und diefs mag die Ursache seyn, dafs Stücke von verschiedener Gröfse ein Licht von verschiedener Farbe ausstrahlen.

Um jeden Irrthum zu vermeiden, der bei den elektrischen Schlägen aus einer Ueberführung von dem Metall der Drähte oder deren Oxydation hätte entstehen können, wurden die Versuche mit der Abänderung wiederholt, daß die Entladungen durch Platinspitzen geschahen; allein es kam dieselbe blaue Farbe, wie vorhin, zum Vorschein.

Es wurden darauf andere Substanzen untersucht, welche jedoch keine mit den vorhergehenden Versuchen zusammengehörige Erscheinung zeigten, ausgenommen, daß der Diamant, nachdem zwölf Schläge durch ihn geleitet worden waren, bei Erhitzung ein blafsblaues Licht ausstrahlte; vor seiner Elektrisirung war er rothglühend gemacht, jedoch ohne Erfolg.

Zwei andere Diamanten wurden bei Erhitzung nicht-leuchtend; als aber zwölf bis zwanzig Schläge durch sie geleitet worden waren, gaben sie ein blafsblaues Licht bei Erhitzung.

Die Diamanten sind wahrscheinlich in dieser Hinsicht verschieden; denn ein geschnittener Diamant gab kein Licht, noch konnte ihm solches durch Elektricität ertheilt werden, während ein anderer Diamant bei Erhitzung schwach phosphorescirte, ein schwach blafsblaues Licht zeigte, und nach Elektrisirung und abermaliger Erhitzung ein stärkeres blaues Licht gab, als irgend ein anderer Diamant.

Ein Amethyst, Sapphire, Rubine, Granaten und viele andere gewöhnliche Mineralien gaben keine Anzeigen, weder von natürlicher noch von eingepflanzter Phosphoreszenz.

Schließlich bemerke ich noch, daß meines Wissens dieser Klasse von Körpern auch durch keine andere Mittel jemals Phosphoreszenz gegeben oder wieder ertheilt worden sey.

Die Untersuchung anderer Flußspathvarietäten, über die Dauer der Wirkungen und sonstige zu den vorherge-

henden Thatsachen gehörigen Umstände sollen Gegenstand einer künftigen Mittheilung ausmachen.

V. *Ueber gewisse Erscheinungen bei Einwirkung des Quecksilbers auf verschiedene Metalle; von J. F. Daniell.*

(*Journ. of the Roy. Instit. No. 1. p. 1.*)

Die Resultate der folgenden Versuche über die Wirkung des Quecksilbers auf verschiedene Metalle wird man vermuthlich nicht uninteressant finden, nicht nur wegen Neuheit der Thatsachen, welche meines Wissens bisher noch nicht beobachtet worden sind, sondern auch wegen ihrer wahrscheinlichen Beziehung zu den Gesetzen der Molecular-Attraction.

Versuch 1. Ein Stück einer biegsamen Röhre, bestehend aus einer Legirung von Zinn und Blei, wurde zum Theil in Quecksilber getaucht, das in einem Weinglase enthalten war. Als es nach einigen Tagen untersucht wurde, fand sich, daß es in der Linie, worin es das Quecksilber berührte, mit glänzenden metallischen Krystallen besetzt war. Nach dieser Untersuchung wurde es wieder hineingestellt, und sechs Wochen lang ruhig stehen gelassen. Als es nach Verlaufe dieser Zeit sorgfältig aus dem Quecksilber gezogen wurde, fand sich, daß eine beträchtliche Gruppe gut begränzter Krystalle lose an seinem unteren Theile saß, und daß ähnliche Krystalle auf der Oberfläche des Quecksilbers schwammen. Sie hatten die Gestalt von hexaëdrischen Tafeln, verschiedenartig modificirt; einige hielten mehr als einen Zehntelzoll im Durchmesser, und ihr Glanz war silberweiß. Sie wurden in einen kleinen, an der Spitze durchlöcherten Papiertrichter gebracht, wo das Quecksilber ab-

lief, und sie fast trocken zurückblieben. Die Röhre war an ihrem unteren Ende bis auf eine dünne Kante weggelöst, und die Wirkung des Quecksilbers hatte sichtlich nach oben hin abgenommen; ihr oberer Theil, an dem die Krystalle saßen, hatte nur wenig gelitten, so daß sie in ihrer ganzen Länge allmählig nach unten hin dünner wurde. Die Legirung war, selbst über dem eingetauchten Theil, mit Quecksilber gesättigt und sehr zerbrechlich geworden.

Es scheint demnach, als habe das Quecksilber bei seiner Wirkung auf die Legirung zuerst die Poren derselben gefüllt und deren Substanz aufgelockert, dadurch eine bröckliche unkrySTALLINISCHE Verbindung bildend, die es späterhin aufgelöst haben muß. Da das so entstandene Amalgam ein geringeres specifisches Gewicht als das Quecksilber besaß, so blieb es auf der Oberfläche dieses schwimmen, wo die Theilchen, wegen des Uebergewichts ihrer Cohäsionskraft über die Adhäsion, durch welche sie im Quecksilber gelöst gehalten wurden, zu krystallisiren begannen. Ich habe vor mehreren Jahren bemerkt *), daß ein lösliches Salz, welches man sorgfältig in Wasser aufhängt, oben stärker als unten angegriffen wird, und dadurch mehr oder weniger die Form eines mit der Spitze nach oben gerichteten Kegels annimmt. Die Theilchen des Wassers, welche unmittelbar mit dem Salze in Berührung stehen, verbinden sich mit ihm, und da sie hiedurch schwerer als die übrigen werden, sinken sie nieder, worin ihnen dann andere folgen. Dadurch setzt sich eine Schicht gesättigter Lösung ab, die an Dicke zunimmt wie der Prozeß vorschreitet, und die den Theil der Masse, welchen sie umgibt, vor der weiteren Einwirkung schützt. Im gegenwärtigen Fall ist der Prozeß gerade der umgekehrte. Das Lösemittel wird durch die Vereinigung mit dem Gelösten specifisch leichter, und die gesättigte Lösung bildet sich zuerst auf der Oberfläche; da die Wirkung

*) *Quarterly Journ. of Science etc. first Series. Vol. 1. p. 24.*

sich erst später nach dem Boden hin fortpflanzt, so entsteht ein mit der Spitze nach unten gerichteter Kegel.

Versuch 2. Ein Stück reinen Zinns, in der gewöhnlichen Form von dicht zusammengehäuften unvollkommenen Prismen, wie es im Handel vorkommt, wurde zum Theil in Quecksilber getaucht, und einen Monat lang ruhig stehen gelassen. Bei Untersuchung fand sich ein großer Haufe von ähnlichen Krystallen, wie vorhin, an seinem oberen Theile hängend, und andere auf der Oberfläche des Quecksilbers schwimmend. Sie waren indess nicht ganz so groß wie die vorhergehenden, zeigten aber sehr deutlich die Form von sechsseitigen Tafeln. Die ganze Masse war durch und durch mit Quecksilber gesättigt, doch hatte der eingetauchte Theil unten eine stärkere Einwirkung als oben erlitten. Am untern Ende hatte es das Ansehen, als wären die Prismen, durch entstandene Risse im Metall, mehr von einander entfernt als im natürlichen Zustande, so daß sie an ihren untern Enden Aehnlichkeit mit unvollkommenen Pyramiden bekamen. Mehrere tiefe Spalten waren auch an den hervorragenden Kanten der Masse entstanden.

Versuch 3. Eine kleine Stange Blei wurde auf ungefähr die Hälfte ihrer Länge in Quecksilber getaucht, das in einem Reactionsglase enthalten war. Nachdem sie zehn Tage ruhig gestanden hatte, wurde sie sorgfältig herausgezogen und untersucht. Ein Bündel sehr zarter, silberweißer, federförmiger Krystalle hing, in der Niveaulinie der Flüssigkeit, locker an derselben. Ihre Form konnte nicht genau bestimmt werden, allein sie ähnelten den Eistheilchen auf einer gefrorenen Fensterscheibe, und ihre kleinen Prismen schienen unter Winkeln von sechzig Graden an einander gefügt. Die Stange war am untersten Ende am meisten angegriffen, übrigens ganz und gar mit Quecksilber imprägnirt, hatte aber doch ihre Dehnbarkeit nicht völlig verloren. Das Blei konnte nämlich nach dieser Operation noch durch einen schwachen

Schlag mit dem Hammer ausgeplättet werden, während das Zinn hiebei zerbröckelte.

Versuch 4. Eine Stange Zink wurde eben so lange auf gleiche Weise behandelt. Nach der Untersuchung fand sie sich längs dem ganzen eingetauchten Theil mit sehr freiliegenden Krystallen in Gestalt sechsseitiger Tafeln bedeckt, die von unten nach oben an Menge und Gröfse zunahmen. Die Stange verlief sich nach unten hin in eine Spitze, und war ungleichförmiger als die vorher genannten Metalle angegriffen, denn ihre Fläche war rauh und zeigte eingefressene Löcher. Einige Krystalle safsen sehr fest an der Oberfläche und andere sahen aus, wie wenn sie zum Theil in die Stange hineingesetzt, oder aus deren Masse herausgeschnitten worden wären. Sie waren dunkler und glänzender als die Krystalle aus Blei und Zinn.

Versuch 5. Eine Stange feinen Silbers wurde, wie in den vorhergehenden Versuchen, zum Theil in Quecksilber gesteckt. Nach Verlauf von 24 Stunden hatten sich noch keine Krystalle gebildet. Das Quecksilber war in die Stange eingedrungen, doch zeigte ein Versuch, dafs sie ihre Dehnbarkeit noch nicht verloren hatte. Sie wurde wieder hineingesteckt und nach sechs Wochen wieder untersucht, wo sie aber anscheinend sich nicht verändert hatte. Nun wurde das Reactionsglas mit seinem Inhalt bis zum Sieden des Quecksilbers erhitzt, und darauf zum allmäligen Erkalten bei Seite gestellt. Als hierauf die Stange nach 24 Stunden untersucht wurde, fand sich ein Bündel sehr zarter nadelförmiger Krystalle zusammengehäuft rings um den Theil, welcher gerade mit der Flüssigkeit in Niveau gelegen hatte.

Hier drang also das Quecksilber vermöge seiner Affinität zum Silber in dessen Poren ein und sättigte dasselbe, allein seine Anziehung zu der entstandenen Verbindung war nicht stark genug, um, bei gewöhnlicher Temperatur der Luft, die Aggregationskraft dieser Verbindung

zu überwinden und dieselbe aufzulösen. Unter Beihülfe der Wärme kam indeß die Auflösung zu Stande, und da die Verbindung, wie in den früheren Beispielen, specifisch leichter als das reine Quecksilber war, so schwamm sie oben und krystallisirte dort.

Versuch 6. Eine kleine Goldstange, etwa andert-halb Zoll lang, wurde in Quecksilber getaucht, in welchem sie, wegen ihres größeren specifischen Gewichts, untersank. Sie wurde sehr schnell vom Quecksilber durchdrungen und verlor ihre gelbe Farbe vollständig. Sie hatte indeß noch nach einem Monat ihre Dehnbarkeit behalten, denn ein Stück von ihr konnte unter dem Hammer zu einem sehr dünnen Blättchen ausgeschlagen werden. Ihre Oberfläche war mit sehr kleinen Krystallen besetzt, die wegen ihrer geringen Dimensionen nicht bestimmt werden konnten. Als darauf das Quecksilber bis zum Sieden erhitzt wurde, löste sich das Gold vollständig und bildete ein teigiges Amalgam.

Es leidet keinen Zweifel, daß das Quecksilber in allen diesen Beispielen starre Verbindungen von fester Zusammensetzung mit den Metallen bildete, welche durch den Ueberschuß desselben in Lösung gehalten wurden, unter günstigen Umständen aber sich abschieden und in der ihnen eigenthümlichen Form krystallisirten. Ob zu gleicher Zeit auch eine flüssige Verbindung entstanden sey, habe ich nicht untersucht; doch muß ich bemerken, daß, nach einer Beobachtung der Spiegelmacher, das Quecksilber, welches aus dem zur Belegung des Glases angewandten Zinnamalgam ausgepreßt wird, reiner ist als das, welches sie ursprünglich angewandt hatten.

Versuch 7. Eine vierkantige Zinnstange, etwa fünf Zoll lang und einen Viertelzoll in den Seiten haltend, wurde horizontal in ein Pappkästchen gelegt, und eben mit Quecksilber bedeckt. Um die Wirkung möglichst gleichförmig zu machen, wurde sie oft umgewandt und dann untersucht. Nach Verlauf von vierundzwanzig Stun-

den begannen kleine Risse längs allen Seiten- und Endkanten zu erscheinen. Bei Fortsetzung des Prozesses erweiterten sich die Risse immer mehr, bis sie sich am dritten Tage in dem Grade öffneten, daß man sehen konnte, wie die Stange in vier gleiche dreiseitige Prismen mit einem rechten und zwei gleichen Winkeln zerfällt war. Sie ließen sich mit der Spitze eines Federmessers leicht von einander trennen, auch konnten zugleich zwei ähnliche Pyramiden, mit Winkeln von 45° an ihren Basen, abgetrennt werden. Diese Gruppe ist auf Taf. I. (die dem vorigen Hefte beigegeben wurde) Fig. 5. genau in ihrer relativen Lage, nur ein wenig aus einander geschoben, dargestellt; *a, a, a, a* sind die kleinen dreiseitigen Prismen, die, wenn man sie zusammenschiebt, die ursprüngliche Stange bilden, und *b* stellt eine der Endpyramiden dar. Alle Winkel sind scharf und vollkommen, und die Flächen so nett, wie wenn sie mit einem Werkzeuge geschnitten wären; wenn man sie in Berührung mit einander brachte, hingen sie mit einiger Kraft zusammen, vermöge der cohäsiven Attraction von etwas Quecksilber, welches an ihnen saß. Bei unmittelbarer Wiederholung dieses Versuchs bekam ich dasselbe sehr merkwürdige Resultat.

Ich war anfänglich zu glauben geneigt, diese sonderbare Erscheinung hänge von dem ursprünglichen Gefüge der Stange ab, und zwar der folgenden Thatsachen wegen, welche Jedem, der in Metall arbeitet, bekannt sind, und welche ich selbst durch Versuche bestätigt gefunden habe.

Kein Metall kann auf einem Amboss *rund* gehämmert werden, weder heiß noch warm. Die Grobschmiede wissen sehr wohl, daß sie keine runde Eisenstange schmieden können. Ich selbst habe gesehen, wie eine Stange des besten Eisens, welche, unter zweckmäßiger Erhitzung, unendlich ausgestreckt werden konnte, wenn man sie flach oder quadratisch hämmerte, in Fasern zersplitterte und

völlig auseinander ging, als man wenige Schläge gleichmäfsig in der Runde auf sie that. Um irgend einem Theile einer quadratischen Eisenstange eine runde Form zu geben, mufs man sie im erhitzten Zustande durch eine Form von erforderlicher Gröfse zwängen. Auch ist es bekannt, dafs man sie durch den überall gleichen Druck, welcher beim Prozeß des Drahtziehens ausgeübt wird, in cylindrischer Form in fast jedem Grade ausdehnen kannt. Wenn man bei quadratischen Stangen von Gold, Silber oder Kupfer, die doch unter allen Metallen am dehnbarsten sind, auf die Kanten hämmert und die Schläge ringsum wiederholt, um ihnen eine cylindrische Form zu geben, so werden sie bald, was man in technischer Sprache unganz nennt, und sie zerfallen in Fasern; während dieselben Stangen, wenn man die Schläge auf ihre ursprünglichen Flächen richtet, in jedem Grade ausgedehnt, oder wenn man die Schläge nur auf eine einzige Fläche richtet, in Blätter von fast unwahrnehmbarer Dicke ausgetrieben werden können. Die weniger dehnbaren Metalle, Blei, Messing und Zinn, obgleich sie beim Viereckighämmern bedeutend streckbar sind, gehen beim Rundhämmern noch schneller aus einander, und zerreißen zuletzt längs den Kanten auf eine sehr ähnliche Weise wie, nach der obigen Beschreibung, die Zinnstangen bei Einwirkung des Quecksilbers.

Es ist auch bemerkenswerth, dafs Metallstangen beim Viereckighämmern meistens lieber eine rhomboidale als eine vollkommen rectanguläre Form annehmen, und dafs die Risse ohne Unterschied auf jeder Kante entstehen. Setzt man aber das Hämmern fort, so reißen sie gewöhnlich an zwei Kanten, in Richtung einer ihrer Diagonalen, ehe die Trennung in Richtung der andern vor sich geht. Ich war nicht im Stande mich zu überzeugen, ob diese Tendenz zu der rhomboidalen Form aus einer Ungleichheit in den Hammerschlägen entspringt, oder ob sie von der Gestalt der letzten Theilchen des Metalls bedingt werde; indess

habe ich ausgemittelt, daß sie zum Vorschein kommt, selbst wenn man die größte Sorgfalt anwendet, die Fläche des Hammers parallel mit der Fläche des Ambosses zu halten, und, daß man sie erforderlichen Falls nur dadurch verhindern kann, daß man von Zeit zu Zeit einen Schlag auf die scharfe Kante thut. Um zu bestimmen, ob möglicherweise ein Zusammenhang da sey zwischen diesen Resultaten einer directen Anlegung mechanischer Kräfte an die Metalle und der Structur einer Zinnstange, wie sie aus oben beschriebener Wirkung des Quecksilbers hervorgeht, stellte ich die folgenden Versuche an.

Versuch 8. Eine Zinnstange von etwa gleichen Dimensionen wie die frühere, welche ursprünglich in cylindrischer Form ausgegossen worden war und durch Hämmern eine rhomboïdale Form erhalten hatte, wurde in der oben beschriebenen Weise mit Quecksilber behandelt. Sie zerfiel, wie die frühere, in vier rectanguläre dreiseitige Prismen, jedoch mit ungleichen Winkeln, die den halben Winkeln des Rhomboïdes entsprachen.

Versuch 9. Die Zinnstangen, welche zu den vorigen Versuchen gedient hatten, waren mit dem Hammer geformt worden, und ich ward daher begierig zu sehen, ob sie hiedurch die Structur angenommen hatten, die das Quecksilber entfaltete. Zu dem Ende wurde eine Stange von fast gleichen Dimensionen, wie die beim Versuch 7. angewandte, in einer Form gegossen, und darauf in gleicher Weise mit Quecksilber behandelt. Es bildeten sich, wie vorhin, die vier dreiseitigen Prismen mit ihren beiden Pyramiden; allein die Risse und die Verbindungsebenen waren nicht so scharf wie in den vorhergehenden Fällen. Diefs schien davon herzurühren, daß die ursprünglichen Kanten der Stange nicht so scharf als die mit dem Hammer gebildeten waren, sondern nothwendig abgerundeter aus der Form hervorgingen, wodurch sie der Wirkung des Quecksilbers eine Fläche darboten.

Versuch 10. Ein gegossener Zinncyylinder, 5 Zoll

lang und einen Viertelzoll im Durchmesser wurde nun statt der vierkantigen Stange zu dem Versuch genommen. Nach Verlauf von drei Tagen, während welcher der Cylinder häufig umgedreht wurde, waren alle Endkanten ringsum aufgesprungen, und auf verschiedenen Stellen seiner Fläche zeigten sich unregelmäßige Risse. Mittelst eines Federmessers ließen sich von den Enden 2 Stücke von fast halbkuglicher Form, doch etwas flacher, absondern, wodurch zwei becherförmige Vertiefungen in der Stange entstanden. Durch Einsteckung des Messers in die Risse auf der Cylinderfläche, liefs diese sich in Stücke zerbrechen und eine concentrische Schale von Amalgam, welche einen Kern einschlofs, ablösen, wie es in Figur 6. Taf. I. abgebildet ist. Die äußere Decke *b, b* war ganz bröcklich, allein der innere Stab *a, a* hatte noch einen Theil seiner Dehnbarkeit behalten, und konnte einige Male hin und her gebogen werden, ehe er zerbrach.

Versuch 11. Es wurde eine andere Zinnstange gegossen, in der Form eines der Länge nach halbirten Cylinders von gleicher Gröfse mit dem vorhergehenden. Nach der Behandlung mit Quecksilber besafs er das in Fig. 7. Taf. I. abgebildete Ansehen. Seine beiden Seitenkanten waren, wie in *a, a*, scharf von einander gesprungen, und auf seiner runden Fläche zeigten sich einige irreguläre Risse. Ein Theil der Substanz des Amalgams war, wie es in *b* zu sehen ist, abgebrochen, und dadurch ein cylindrischer Stab in der Mitte entblöfst. Das concentrische Gefüge war wie beim vorhergehenden Versuche sichtbar.

Versuch 12. Nachdem ich einen Zinncylinder, ähnlich dem in Versuch 10. angewandten, gegossen hatte, feilte ich ihn der Hälfte nach quadratisch, und übergofs ihn dann ganz mit Quecksilber, wie vorhin. Das Aufspalten der, sehr scharfen, Seitenkanten war vollkommen, und es hatte sich an dem quadratischen Ende eine sehr schöne Pyramide gebildet. Der cylindrische Theil der

Stange war unregelmäßig aufgeborsten, und es schien als hätten die Risse an den quadratischen Kanten eine Neigung gehabt, sich in den cylindrischen Theil fortzusetzen. Man sieht diese Resultate in Fig. 8. Taf. I. abgebildet; *a* ist die Endpyramide, *bb* die Spalte auf den Kanten der quadratischen Stange, *cc* der Cylinder.

Versuch 13. Ich goß eine quadratische Zinnstange von gleichen Dimensionen, wie die in Versuch 9. angewandte. Durch Plathämmern ihrer Kanten wurden ihr, der Hälfte ihrer Länge nach, vier neue unter einander rechtwinkliche Flächen gegeben. Es waren also beide Enden der Stange quadratisch, allein die Kanten der einen Hälfte lagen in Richtung der Ebenen der andern Hälfte, und der kleine dazwischen befindliche Theil war irregulär achtseitig. Die ganze Stange ward in ein seichtes Quecksilberbad eingetaucht. Die Risse auf den Kanten der gehämmerten Hälfte waren vollkommen, und die dreiseitigen Prismen nebst der Endpyramide sehr deutlich. Die Kanten auf der geschmolzenen Portion waren nicht aufgespalten, allein die scharfen Sprünge der gehämmerten Kanten setzten auf den Flächen dieser Portion fort in eingerissenen, unregelmäßigen Spalten, die besonders nahe beim Verbindungspunkt aufkafften. Diefs Ende hatte daher eine Neigung, in vier vierseitige Prismen zu zerfallen, mit so beträchtlicher Kraft, daß diese nahe am Vereinigungspunkt der beiden Theile des Stabes aus einander platzten, und zuletzt das in Fig. 9. Taf. I. abgebildete Ansehen annahmen. Die scharfe und ebene Spalte auf eine der Kanten der gehämmerten Portion ist in *a, a* dargestellt, und die raube Spalte auf der entsprechenden Fläche der gegossenen Portion in *bb*; diese ist an dem Bruchpunkt *cc* aufgesperrt, wie wenn sie mit großer Kraft aus einander gerissen wäre.

Vergebens suchte ich analoge Resultate mit Stangen von Blei, Messing, Gold, Silber und Zink hervorzubringen, denn bei keiner derselben konnte ich einen Beweis

von der Wirkung einer mechanischen Kraft auf die Theilchen des Metalles finden, obgleich ihre Verbindung mit dem Quecksilber, allem Anscheine nach, eben so innig wie beim Zinne war. In keiner derselben erschienen Spalten oder Zerreißungen. Bei den vier ersten blieben die Oberflächen vollkommen glatt und zusammenhängend, und nur bei der letzten waren Vertiefungen eingefressen. Es kann, wie ich glaube, wohl wenig Zweifel leiden, daß die Kraft, welche die Zinnstangen in der oben beschriebenen Weise zerriß, aus der mächtigen Contraction der integrierenden Theile des Metalls bei ihrer Verbindung mit dem Quecksilber entstand. Es ist in der That bewiesen, daß das daraus hervorgehende Amalgam eine weit größere Dichtigkeit besitzt, als es den specifischen Gewichten seiner Bestandtheile nach haben müßte, und daß demnach eine Zusammenrückung der Molecule stattfindet. Das Gleichgewicht von Kräften, welches in den angeführten Beispielen die besondere Richtung dieser Zusammenrückung bestimmt, bietet einen interessanten Gegenstand zu Untersuchungen dar, welcher gemeinschaftlich mit der Spaltbarkeit und Zerschneidung der Krystalle, nebst der Wirkungsweise des Lichts und der Hitze auf sie, vielleicht am Ende mit zur Erklärung der Gesetze der Molecular-Attraction führen wird.

Ich beschliesse diesen Aufsatz mit den Resultaten einiger Versuche über die Wirkung zwischen Quecksilber und Platin.

Versuch 14. Bei gewöhnlicher Temperatur der Luft findet keine sichtbare Wirkung zwischen Quecksilber und einer Platinstange statt; wenn sie aber auf kurze Zeit bis zum Siedepunkt des ersteren zusammen erhitzt werden, wird die letztere auf der Oberfläche mit Quecksilber überzogen. Die Verbindung ist indess so schwach, daß man das Quecksilber abwischen kann, wie Wasser vom Glase. Platin, welches sechs Jahre lang beständig

mit Quecksilber benetzt gehalten wurde, war nicht aufgelockert, noch auf irgend eine Weise in seinen Eigenschaften verändert worden.

Versuch 15. Einige wenige Grane Platinschwamm, aus Platinsalmiak dargestellt, wurden mit Quecksilber und etlichen Tropfen Wasser in einem Reactionsglase stark zusammengeschüttelt; es sammelte sich bald auf der Oberfläche eine Art dicken Schaumes oder halbflüssigen Amalgams, von welchem das noch flüssige Metall leicht abgossen werden konnte.

Versuch 16. Der vorhergehende Versuch ward wiederholt, jedoch das Wasser mit Essigsäure angesäuert. Das Reactionsglas war fünf Zoll lang, und etwa einen halben Zoll im Durchmesser weit. Das Quecksilber nahm etwa einen Zoll ein, und das saure Wasser etwa einen halben Zoll. Das Platin wurde hinein gethan, und das Ganze dann auf kurze Zeit umgeschüttelt, wodurch sich die Röhre mit einem Amalgam von der Consistenz einer weichen Butter füllte. Als die Röhre umgekehrt wurde, flossen einige Tropfen Quecksilber aus, und das Amalgam, in ein Schälchen geschüttet, behielt seine Consistenz mehrere Wochen lang. Es besaß einen matten Metallglanz, gleich dem von angelaufenem Blei; es hatte viele Aehnlichkeit mit dem Amalgam, welches beim Elektrisiren des Quecksilbers in Berührung in Ammoniak entsteht.

Der Versuch wurde häufig wiederholt, zuweilen mit Ersetzung der Säure durch ein Neutralsalz, allein immer mit ähnlichen Resultaten.

Als das Amalgam auf Filtrirpapier gelegt wurde, zog sich die Feuchtigkeit allmählig in dasselbe ein und verdampfte, und das Quecksilber kehrte in den flüssigen Zustand zurück.

Versuch 17. Der Versuch wurde darin abgeändert, daß eine um einige Zoll längere Glasröhre mit der schwa-

chen Säure gefüllt, und, nachdem sich das Amalgam durch Schütteln gebildet hatte, in einem Becher mit Quecksilber umgekehrt wurde. Es stiegen sogleich kleine Gasblasen aus dem Amalgam durch die Flüssigkeit in die Höhe und sammelten sich in dem oberen Theil der Röhre. Bei genauer Untersuchung zeigten sich zwischen dem Glase und dem Mercurialbrei kleine Theilchen vom Platinschwamm, umgeben von allmählig angehäuften Gasblasen, welche dem Ganzen das Ansehen einer Honigscheibe gaben. Diese, so wie sie an Gröfse zunahmen, krochen an den Seiten der Röhre langsam in die Höhe, bis sie die Flüssigkeit erreichten, worin sie schnell emporstiegen. Nach Verlauf von 12 Stunden, war fast sämtliche Flüssigkeit aus der Röhre getrieben; das Gas verpuffte bei Berührung mit einem brennenden Lichte.

Eine Portion der essigsauren Lösung, welche bei den Wiederholungen des Versuchs häufig angewandt worden war, lieferte bei langsamer Verdampfung Krystalle von essigsaurem Quecksilberoxydul.

Versuch 18. Vergebens schüttelte ich Gold- und andere Amalgame mit verdünnter Essigsäure oder Lösungen von Neutralsalzen. Es war keine Wirkung sichtbar, und in keinem Falle wurde Etwas dem schaumigen Amalgam Aehnliches hervorgebracht.

Es scheint also, dafs, wenn fein zertheiltes Platin unter Beiseyn von Wasser mit Quecksilber geschüttelt wird, eine elektrische Action stattfindet, welche, wenn man sie durch Zusatz einer verdünnten Säure oder der Lösung eines Neutralsalzes erhöht, stark genug ist, um Wasser zu zersetzen und Wasserstoffgas zu entwickeln, wobei der Sauerstoff sich mit dem Quecksilber verbindet, und eine Lösung dieses Metalls in der Essigsäure bewirkt, welche durch die blofse Affinität nicht zu Stande gekommen wäre. Diese Action scheint von gleicher Natur mit der zu seyn, welche Hr. Faraday in seiner Abhand-

handlung über die Stahllegirungen beschrieben hat^{*)}. Bei diesen Versuchen fand er, daß Stahl, welcher mit einem Hundertel Platin legirt war, mit unendlich größerer Schnelligkeit als reiner Stahl von verdünnter Schwefelsäure angegriffen wurde, und daß eine Säure, welche reinen Stahl kaum angriff, den legirten mit starkem Aufbrausen löste.

Es scheint ferner, daß diese elektrische Action den Metalltheilchen eine adhäsive Attraction mittheilt, durch welche die Theilchen der Flüssigkeit und des Gases eingeschlossen und zurückgehalten werden, eine Art von schaumiger Verbindung bildend, die dem Quecksilber seine Liquidität nimmt. Diefs Amalgam sieht dem, welches sich bildet, wenn man Quecksilber in Berührung mit einer Ammoniaklösung dem Einflusse der Volta'schen Säule aussetzt, oder wenn man Kaliumamalgam auf ein Stück feuchten Salmiaks bringt, so ähnlich, daß es unmöglich ist, davon nicht überrascht zu werden. Ich bin indess geneigt zu glauben, daß die Erzeugung des letzteren Amalgams von denselben Ursachen abhängt, wie die des ersteren. Wenn man das Amalgam durch directe Einwirkung des elektrischen Stromes einer Volta'schen Säule hervorbringt, so hört die Bildung desselben auf, im Moment, wo man die Kette öffnet; und wenn man es durch die Wirkung des Kaliumamalgams erzeugt, wird die elektrische Action ohne Zweifel durch den Contact der beiden heterogenen Metalle erregt, und das schaumige Product besteht nicht länger, als Kalium im metallischen Zustande da ist. In der oben beschriebenen Action zwischen Quecksilber und feinzertheiltem Platin ruft die Beständigkeit der Metalle eine viel dauerndere Wirkung hervor, und das weiche Amalgam kann eine sehr lange Zeit ohne Veränderung

^{*)} *Philos. Transactions. pt. II. p. 262.* (Diese Annalen. Bd. 72. S. 237.) — Hierher sind auch die neulich in diesen Annal. Bd. 95. S. 221., besonders S. 231. mitgetheilten Erfahrungen des Hrn. De la Rive zu zählen. P.

seines Ansehens aufbewahrt werden. Auf jeden Fall können diese Resultate nicht anders als die schon vorhandenen Zweifel an der *Metallisirung des Ammoniake* und der vermeintlichen Verbindung von *Quecksilber* und *Ammonium* bedeutend erhöhen.

VI. Ueber die Bestimmung des Wassergehaltes der Atmosphäre; von C. Brunner.

Zur Erforschung der Menge des in der atmosphärischen Luft enthaltenen Wasserdampfes sind bereits viele verschiedene Methoden in Vorschlag gebracht worden. Es wäre wohl überflüssig dieselben hier aufzuführen, und die Vorzüge und Mängel der dazu angewandten Instrumente zu beurtheilen. Jeder Physiker weiß, was er von denselben zu halten hat. Ich begnüge mich ein vor Kurzem von Hr. Muncke hierüber ausgesprochenes Urtheil herzusetzen, welches folgendermaßen lautet:

„Wäre also dieses Werk dazu bestimmt, blos von eigentlich brauchbaren Instrumenten Rechenschaft zu geben, so würde am Ende nur ein einziges eigentliches Hygrometer zu beschreiben seyn u. s. w. *).

Es ist klar, daß Hr. Muncke hierunter die auf den Grundsätzen der Spannkraft der Wasserdämpfe und der Verdunstungskälte beruhenden versteht, also die Instrumente von Daniell, Leslie und August. Daß nun diese, abgesehen von dem Umstande, daß ihre Construction und Anwendung Schwierigkeiten genug darbieten, die eigentliche Menge des Wassers nur auf indirecte Art zu erkennen geben, ist hinreichend bekannt.

Ein Versuch, diese Menge durch die Gewichtszunahme einer hygroskopischen Substanz in einem bekannt-

*) Gehler's phys. Wörterbuch. V. S. 593.

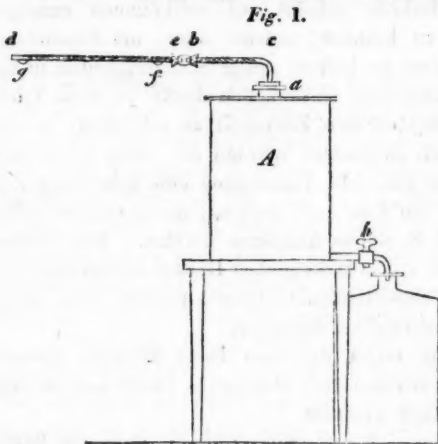
ten Volumen von Luft direct zu bestimmen, findet sich in den *Annales de Chimie*, Vol. LXVIII. S. 5. von Guyton-Morveau beschrieben. In einer eigenen Vorrichtung brachte dieser Physiker eine kleine genau gewogene Menge von Chlorcalcium in die zu prüfende über Quecksilber in einer Glasglocke befindliche Luft. Nach einer nicht genau bestimmten Zeit wurde das Gefäß mit Chlorcalcium bei verschlossenem Deckel wieder herausgenommen und seine Gewichtszunahme untersucht.

Diese Methode scheint auf vollkommen richtigen Grundsätzen zu beruhen, möchte aber, um hinreichend genaue Resultate zu liefern, einige Schwierigkeiten in der Ausführung darbieten. Vorzüglich dürfte es nicht leicht seyn, mit Sicherheit den Zeitpunkt zu erkennen, da der Dampf gänzlich eingesogen worden ist, wenn nicht auch vielleicht diese gänzliche Einsaugung eine sehr lange Zeit erfordert, — ein Umstand, welchen der Erfinder selbst einsah und S. 8. seines Aufsatzes berührt. Die Verfertigung des mit einem beweglichen Deckel versehenen, das Chlorcalcium enthaltenden Gefäßes, möchte eben keine so große Schwierigkeit darbieten.

Es scheint nicht, daß von dieser Methode Anwendung gemacht worden sey, wenigstens findet man sie seither nur historisch erwähnt.

Unter diesen Umständen schien es mir der Mühe werth, einige Versuche, über die *directe* Wasserbestimmung der atmosphärischen Luft, auf welche ich zufällig geleitet wurde, so weit zu verfolgen, daß sie zu einer sichern Methode diese Bestimmung anzustellen führen möchten. Es kam darauf an, einer genau gemessenen, nicht zu kleinen Menge von Luft durch irgend eine hygroskopische Substanz ihr Wasser vollständig zu entziehen, und die Menge des letztern durch die Gewichtszunahme der hygroskopischen Substanz zu bestimmen. Es ist bekannt, wie schwierig es ist, in Glocken von gewöhnlicher Form über der pneumatischen Wanne ein Gasvo-

lumen genau zu messen, und wie langsam in einem solchen Apparate die gänzliche Austrocknung durch hygroskopische Substanzen (ohne Anwendung der Luftpumpe) erfolgt. Dieses kann z. B. in Saussure's Hygrometrie, S. 23., ausführlich nachgelesen werden. Keine Form von Gefäßen schien zu diesem Zwecke passender, als eine ziemlich enge Röhre, durch welche ein gegebenes Luftvolumen über die hygroskopische Substanz geleitet wird. Aus diesen Betrachtungen entstand folgender Apparat.



A Fig. 1. ist ein cylindrisches Gefäß, oben mit einem Halse (*a*), unten mit einem Hahne (*h*) versehen und mit Wasser angefüllt. In *a* wird luftdicht eine rechtwinklich gebogene Glasröhre *ab* eingesetzt, deren horizontaler Schenkel *bc* einige Stückchen Chlorcalcium enthält, die durch etwas lose eingesteckter Baumwolle in *b* und *c* vor dem Herausfallen geschützt sind. Bei *b* wird mittelst einer Kautschuckröhre die Glasröhre *ed* angefügt. Diese enthält die hygroskopische Substanz und wird auf folgende Art zugerichtet. Man bringt so viel feinen Asbest hinein, als erforderlich ist, um die Wand der Röhre zu

belegen und die der durchstreichenden Luft dargebotene Oberfläche so viel zu vergrößern, als es, ohne ihrem Durchströmen ein zu großes Hinderniß entgegenzusetzen, geschehen darf. Der Asbest wird hierauf mit gewöhnlicher englischer Schwefelsäure so gleichförmig als möglich befeuchtet. Da auf diese Zurtüftung, so wie auf die Dimensionen des Apparats alles ankommt, so will ich diejenigen hier angeben, die mich eine Reihe von Versuchen als zweckmäfsig erkennen liefsen.

Länge der Glasröhre $cd = 11$ Pariser Zoll, innerer Durchmesser derselben $= 3\frac{1}{2} - 4''$. Nahe an den Enden in f und g hat dieselbe nach der einen Seite hin bauchförmige Erweiterungen, die dazu bestimmt sind, bei nicht vollkommen horizontaler Lage der Röhre die etwa abfließende Säure aufzunehmen. Die Befeuchtung des Asbestes mit Schwefelsäure geschieht am besten, nachdem derselbe bereits eingefüllt worden ist, durch Hineingiefsen der Säure in die obere Oeffnung der beinahe senkrecht gehaltenen Röhre. Man läfst hierauf dieselbe so lange in dieser Lage, bis die Säure sich nach dem andern Ende hin durch den Asbest verbreitet hat. Sollte sich dieser dabei in Klumpen vereinigen, so müssen diese nachher mittelst eines Messingdrahtes zertheilt werden. Funzig bis sechzig Tropfen Säure werden bei der angegebenen Dimension der Röhre hinreichen.

Vergleichende Versuche belehrten mich, dafs diese Flüssigkeit, auf die beschriebene Weise angewendet, bei weitem kräftiger wirkt als Chlorcalcium. Will man sich dieser letztern Substanz bedienen, so mufs man so viel davon anwenden, dafs das Durchströmen der Luft dadurch bedeutend verzögert wird. Ich habe nicht versucht, von der vor einiger Zeit von Fischer *) empfohlenen Methode des Austrocknens mittelst eines Gemenges und Chlorsilber und Zink Gebrauch zu machen, weil dieser Physiker fand, dafs solche unter gewissen Umständen,

*) Schweigger's Journ. LVI. S. 462.

welche den hier vorhandenen ähnlich zu seyn scheinen, weniger leiste, als die Anwendung des Chlorcalciums *).

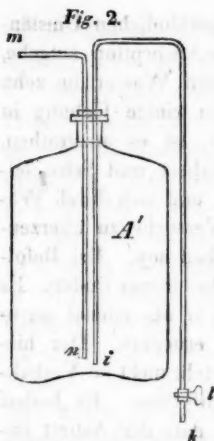
Der Inhalt des Gefäßes *A* beträgt ungefähr 14—15 Liter. Nimmt man dasselbe doppelt so groß, so kann es sehr zweckmäßig zu zwei unmittelbar auf einander folgenden Versuchen dienen, ohne daß man nöthig hat, es nach dem ersten wieder zu füllen.

Der Versuch selbst ist wohl Jedem einleuchtend. Es ist nämlich leicht einzusehen, daß, wenn aus dem Gefäße *A* Wasser durch den Hahn *h* herausgelassen, solches durch ein gleiches Volumen Luft, welche durch die Röhre *de* strömt, ersetzt wird. Um dieses Volumen genau zu kennen, darf man also nur das abfließende Wasser in eine genau gemessene und am Halse mit einem Zeichen versehene Flasche auffassen, und bei der Bestimmung des Luftvolumens den Barometer- und Thermometerstand, so wie die Spannkraft des den Raum in *A* erfüllenden Wasserdampfes, gehörig in Rechnung nehmen. Damit dieser letztere keinen Einfluß auf die Gewichtszunahme der Schwefelsäure ausübe, welches ohnehin durch den in entgegengesetzter Richtung gehenden Luftstrom fast gänzlich verhütet wird, ist, wie schon oben angegeben worden, in *bc* etwas Chlorcalcium angebracht. Daß die Röhre *de* vor und nach dem Durchströmen der Luft mit guten Stöpseln (am besten aus einem aus Leinölfirnis und Mennig oder Bleiweiß verfertigten Kite) verschlossen auf's genaueste gewogen werden müsse, ist leicht einzusehen. Noch ist zu bemerken, daß die Geschwindigkeit des Abfließens des Wassers einigermaßen regulirt werden muß. Geschieht nämlich solches gar zu schnell, so könnte der Fall eintreten, daß ein Antheil des mit der Luft durch die Röhre strömenden Dampfes der Absorption entginge, da im entgegengesetzten Falle die Operation unnöthigerweise verlängert würde. Die schickliche Zeit wird man durch einige Versuche bald finden. Bei den angegebe-

*) Schweiger's Journ. LVI. S. 466.

nen Dimensionen kann man unter gewöhnlichen Umständen unbesorgt, daß Wasserdampf der Absorption entgehe, 13000 Cubikcentimeter oder Grammen Wasser in zehn Minuten abfließen lassen. Ehe man einige Uebung in dem Gebrauche des Instruments hat, ist es anzurathen, zwischen *c* und *b* eine zweite mit Asbest und Schwefelsäure versehene Röhre einzuschalten, und sich durch Wägung derselben vor und nach dem Versuche zu überzeugen, daß alles Wasser in *de* geblieben sey. Bei Befolgung obiger Angaben wird man solches immer finden. Es ist unzweckmäßig, die Röhre *ed* mehr als einmal anzuwenden, ohne die Schwefelsäure zu erneuern. Der hiedurch leicht herbeigeführte Irrthum steht nicht im Verhältniß mit der geringen Mühe des Einfüllens. Es bedarf übrigens kaum bemerkt zu werden, daß der Asbest immer wieder dienen kann, nachdem er gut ausgewaschen und getrocknet, oder auch nur durch Erhitzen in einem offenen Platintiegel von der Schwefelsäure befreit worden. Man könnte befürchten, daß durch das abfließende Wasser die Luft, in welcher man arbeitet, einen höhern Grad von Feuchtigkeit erhalte und hiedurch das Resultat unrichtig werde. Diese Besorgniß ist jedoch leicht zu beseitigen, wenn man, um das Wasser aufzufassen, eine Flasche mit ziemlich engem Halse anwendet und den Hahn in diesen letztern etwas hinunterreichen läßt. Wollte man übrigens auf das Genaueste verfahren, so wäre es leicht die Röhre *bc* zu verlängern, oder die Mündung *d* durch eine Scheidewand, z. B. das Fenster, hindurchgehen zu lassen.

Denjenigen, denen die Gelegenheit fehlt, sich ein eigenes Gefäß machen zu lassen, empfehle ich die in Fig. 2. abgebildete Vorrichtung.



Das Gefäß *A* ersetzt eine gewöhnliche Flasche *A'* von schicklicher Größe. Dieselbe ist mit einem Heber *ik* versehen, durch welchen der Abfluß geschieht, welcher durch den Hahn *l* regulirt werden kann. Auch dieser Hahn kann erspart werden, wenn man der Oeffnung *k* die zweckmäßige Dimension giebt. Zu empfehlen ist es, die Röhre *mn*, welche die Bestimmung von *ab* Fig. 1. hat, ebenfalls bis nahe auf den Boden des Gefäßes reichen zu lassen, wodurch aus leicht begreiflichen Gründen die größte Gleichförmigkeit des Ausflusses nach Art des Mariotte'schen Gefäßes erhalten wird, — eine Einrichtung, welche auch in Fig. 1. angebracht werden kann.

Ein Beispiel mag noch den Gebrauch des Instrumentes erläutern. Abgeflossenes Wasser: 12972,5 Grm. Der Versuch geschah bei $+10^{\circ}$ C. und 26,8 Zoll Barometerstand. Dieses giebt für das Volumen der eingeströmten Luft bei 0° und 28 Zoll Barometerstand und, nach Dalton's Tensionstabelle, auf den Zustand vollkommener Trockenheit reducirt: 11804,3 Cubikcentimeter oder, nach Gay-Lussac's Wägung, 15,33496 Grammen. Die Gewichtszunahme der Schwefelsäure betrug 0,094 Grm. Mithin beträgt die Menge des in 1000 Gewichtstheilen der untersuchten Luft enthaltenen Wassers 6,09213.

Die Genauigkeit, welche diese Methode gewähren kann, ist durch die Fertigkeit des Operators und durch die Vollkommenheit der Wage, die ihm zu Gebote steht, bedingt. Zwei unmittelbar nach einander mit dem beschriebenen Apparate angestellte Versuche gaben mir nach einiger Uebung jederzeit auf 1 Milligramm, also ungefähr 1 Proc. des Wassergehaltes, übereinstimmende Resultate.

Will man eine Reihe von Versuchen an einem entfernten Orte anstellen, so ist es leicht, sich eine hinreichende Anzahl von Röhren auszurüsten, sie zu wägen und so zu verpacken, daß sie unversehrt reisen können. Nur hüte man sich alsdann vor einer zu großen Menge von Säure, welche während des Transportes durch die Bewegung an den Enden der Röhre herausdringen könnte. Aus dem nämlichen Grunde wird eine horizontale Lage der Röhren sehr zu empfehlen seyn. Das größte Hinderniß wird immer das mitzuführende Wassergefäß darbieten. Dieses kann jedoch aus Blech ziemlich leicht gearbeitet werden. Auch wären vielleicht cylindrische Behälter aus wasserdichten Zeugen mit zwei blechernen Boden anwendbar.

Außer der directen Anwendung zur Erforschung der Wassermenge, die in der Atmosphäre enthalten ist, möchte sich die beschriebene Methode vorzüglich dazu eignen, einige dunkle Theile der Hygrometrie aufzuhellen und die übrigen Hygrometer auf dem Wege des Experimentes zu reguliren.

Zum Schlusse führe ich noch einen Versuch an, den ich anstellte, um eine Vergleichung der oben beschriebenen Methode mit den aus den vorhandenen Tabellen mitelst Rechnung gezogenen Resultaten zu erhalten.

12972,5 Cubikcentimeter Luft von $9\frac{1}{2}^{\circ}$ C. liefs ich (bei 26",4 Barometerstand) durch eine mit angefeuchteter Baumwolle gefüllte Glasröhre, und aus dieser in die auf die beschriebene Weise vorgerichtete Röhre mit Schwefelsäure strömen. Die Gewichtszunahme dieser letztern betrug 0,121 Grammen.

Nach Peclet *) enthält diese Menge von Luft bei jener Temperatur mit Wasserdampf gesättigt: 12972,5 \times 0,00000946 = 0,122 Grammen Wasser.

Bern, im November 1830.

*) *Traité de Physique*. 2de édit. I. p. 494.

VII. *Bemerkungen über die Ursache der Stockung im Erkalten gewisser flüssigen Legirungen; aus einem Schreiben des Hrn. Dr. Erman jun. an den Herausgeber.*

— **O**bgleich seit meiner Ankunft in Berlin ich mich ausschliesslich damit beschäftige, die auf der Reise angestellten geographischen und magnetischen Beobachtungen so zu reduciren, dass es möglich werde, neben der vollständigen Reihe der Originalbeobachtungen, möglichst bald eine, auf consequente Berechnung gegründete Zusammenstellung der daraus erhaltenen Resultate zu liefern, so konnte ich es mir dennoch nicht versagen; mich wenigstens nachträglich durch Ihre vortrefflichen Annalen in Kenntniss zu setzen von den mannigfaltigen und herrlichen Leistungen der Physiker während der drei Jahre meiner Abwesenheit.

Freilich sind für meine jetzigen Beschäftigungen ganz besonders: die über meteorologische und geognostische Verhältnisse neugewonnenen grossartigen Ansichten, so wie dasjenige, was für Reduction magnetischer Beobachtungen Neues gesagt ist, von ausschliessender Wichtigkeit; aber auch in andern Theilen der speciellen Physik ist so Vieles neue und vortreffliche geleistet, dass es eine besondere Aufopferung erfordert, sich einstweilen ganz entfernt davon zu halten.

Ganz insbesondere aber, knüpfen sich Herrn Rudberg's interessante Versuche: über die Erkältungsgesetze flüssiger Metallgemische *), so genau an einige Wahrnehmungen, die ich in diesem Theile der Physik gehabt habe, dass ich mich nicht enthalten kann, mir schon jetzt einige Worte darüber gegen Sie zu erlauben. Es

*) Diese Annal. Bd. 94. S. 240., und Bd. 95. S. 125.

scheint mir nämlich, als wenn Hr. Rudberg seinen schönen Resultaten eine Deutung gebe, die, bei Erinnerung an Anderes damit im Zusammenhange stehende, nicht ganz haltbar seyn möchte.

In Folge einer Arbeit über die Ausdehnung des Rose'schen Metallgemisches durch die Wärme, welcher Sie in Ihren Annalen einen Platz zu gönnen die Güte hatten (Bd. 85. S. 557.), verglich ich auch in einigen anderen Beziehungen das Verhalten gegen die Wärme der einzelnen Elemente der Legirung, gegen das der Legirung selbst.

Durch Beobachtung des Wärmegrades, bei welchem ein in die geflossenen und durch Ausstrahlung sich erkältenden Metalle tauchendes Thermometer eine Stockung in seinem Gange erhält, fand ich damals den Schmelzpunkt:

des <i>Zinns</i> zu	178° R. = 222°,5 Cent.
des <i>Wismuths</i> zu	212 R. = 265 ,0 —
des Rose'schen <i>Metalls</i> zu	75 R. = 93 ,75 —

eines sehr genau berichtigten Thermometers.

Die Quantität der gebundenen Wärme durch Beobachtung der Erkältungen der geflossenen Metalle zu bestimmen, versuchte ich auf einem, von dem des Herrn Rudberg etwas verschiedenen Wege. — Hr. Rudberg gedenkt nämlich, so wie es mir scheint, bei Anwendung von immer derselben Hülle, und bei immer derselben Quantität der verschiedenen Metalle, die Dauer des Stillstandes in der Gegend des Schmelzpunktes als ein Maafs anzuwenden: für die Relation der latenten Wärme des *einen*, gegen die des *anderen Metalles*. So völlig möglich dieses auch ist, so schien es mir etwas directer, wenn man eine jede der beobachteten Reihen nur *in sich* untersucht. Wenn man nämlich aus den Erkältungsintervallen *vor* und *nach* dem Eintreten der, durch das Festwerden, bewirkten Stockung, durch eine einfache Interpolation die logarithmische Reihe *so* ergäntzt, wie sie ohne

Existenz der latenten Wärme hätte gehen sollen, so giebt der Ueberschufs des, in der Nähe des Schmelzpunkts, beobachteten Stationirens über das berechnete, das directe Maafs des frei gewordenen Wärmestoffs.

Und zwar: wenn (s) die Temperatur des Schmelzpunkts.

$F(s)$ die, bei dieser Temperatur, unter den Umständen des Versuchs, zu 1° Temperaturerniedrigung nöthige Zeit.

T die Dauer des anomalen Stationirens beim Schmelzpunkte, und

K die spezifische Wärme des zu untersuchenden Körpers in Bezug auf dieselbe Einheit, auf welche man die latente Wärme beziehen will,

bezeichnen, so wird die latente Wärme:

$$l = \frac{T}{F(s) \cdot K}.$$

Wo $F(s)$ der Form nach durch die allgemeinen Gesetze der Erkältung, ihren Constanten nach, aber durch die *vor* und *nach* dem Festwerden beobachteten Theile der Erkältungsreihe gegeben ist.

Diese einfache Relation gilt indess natürlich nur dann, wenn die ganze der Beobachtung unterworfenen Masse vom Gewicht p : 1) klein genug ist, um dafs man den Einflufs der *Leitungs-Fähigkeit* auf den Versuch vernachlässigen könne, und:

2) *ausschliesslich* aus der zu untersuchenden Substanz besteht. — Ist, wie es immer der Fall seyn wird, diese Substanz noch in eine Hülle eingeschlossen, deren Gewicht p' und spezifische Wärme k' ist, so erhält man:

$$l = \frac{T}{F(s)} \left\{ \frac{p + p'}{pK + p'K'} \right\}$$

Zum Beispiel beobachtete ich, eigentlich nur zur Bestimmung der Schmelzpunkte, folgende Reihen:

Temperaturerniedrigung.		für Zinn.	Wismuth.	Rose'sche Legirung.
		Verflossene Zeiten.		
von	bis			
220° R.	210° R.		* 145",0	
210	200		31,0	
200	190	20",0	25,0	
190	180	23,2	24,0	
180	170	109,2	22,0	
170	160	29,0	28,4	
160	150	31,2		
150	140	34,4		
140	130	40,4		57",0
130	120			59,0
120	110			65,4
110	100			72,6
100	90			81,2
90	80			102,8
80	70			166,6
70	60			148,0

Es befanden sich bei diesen Versuchen 200 Gran des zu untersuchenden Körpers in einem Porcellangefäße von nahe 600 Gran an Gewicht. Da nun aus der ersten

Reihe sich ergibt: $\frac{T}{F(s)} = \frac{109",2 - 26"}{26"} \cdot 10^\circ = 32^\circ \text{ R.}$

aus der zweiten $= \frac{178" - 48"}{48"} \cdot 20 = 54 \text{ —}$

aus der dritten $= \frac{166",6 - 122"}{122"} \cdot 10 = 3^\circ,6 \text{ —}$

so erhält man unter Zuziehung der specifischen Wärmen für die angewandten Substanzen:

namentlich für Zinn $K = 0,051$

- Wismuth $= 0,029$

- das Rose'sche Metall $= 0,034$

- Porcellan $K = 0,195$

folgende Ausdrücke für die latenten Wärmen:

$$\begin{aligned}
 \text{des Zinns } l &= \frac{T}{F(s)} \left(\frac{p+p'}{pK+p'K'} \right) \\
 &= 32^\circ \frac{800}{200 \times 0,051 + 600 \times 0,195} = 201^\circ \text{ R.} \\
 \text{Wismuths} &= 54^\circ \frac{800}{200 \times 0,029 + 600 \times 0,195} = 353^\circ - \\
 \text{Ros. Met.} &= 3^\circ,6 \frac{800}{200 \times 0,034 + 600 \times 0,195} = 23^\circ,2 -
 \end{aligned}$$

Sie sehen wohl ungesagt, daß ich Ihnen diese, eigentlich zu einem anderen Zwecke und daher nicht mit aller dazu nöthigen Vorsicht angestellten, Versuche hier nur beispielsweise und nicht: auf völlige Richtigkeit der Resultate Anspruch machend, anführe. Es gilt nämlich diese Rechnungsart nur dann, wenn die Massen klein genug sind, um die verschiedene Leitungsfähigkeit der Substanzen ganz außer Augen setzen zu können: im gegenwärtigen Falle aber gab die große Verschiedenheit zwischen dem Leitungsvermögen der Hülle und dem der eingeschlossenen Substanz, diesem Momente einen sehr großen Einfluß auf das Resultat, und es mußte demnach dieser Umstand störend wirken, bei einer Größe der Massen, bei welcher in anderen Fällen es vielleicht noch erlaubt gewesen wäre, denselben zu vernachlässigen.

Auffallend ist übrigens, daß bei diesen Versuchen das Rose'sche Metallgemisch eine, im Vergleich zu anderen Körpern so ungemein kleine latente Wärme zeigte; indessen liegt der wahre Grund dieses Verhaltens sehr nahe. Die noch nach dem Festwerden, und namentlich bis zum 55sten Grade der Reaumur'schen Skale immer fortdauernde anomale Zusammenziehung des Metalls, macht, daß auch der, unter 75° liegende Theil der Erkältungsreihe, durch noch immer freiwerdende Wärme, verlangsamt ist. Da man nun diesen Theil der Beobachtungen mit anwendet, um den Ueberschuß des beobachteten Stationirens beim Schmelzpunkte, über das *normale* zu finden, so muß sich dieser Ueberschuß nothwendig zu klein

ergeben. Man sieht leicht, daß bei Körpern, welche ein Volumen-Minimum im festen Zustande erreichen, diese Unbestimmtheit des Begriffes der *latenten Wärme*, sich auch bei anderen zur Ermittlung derselben anwendbaren Methoden, z. B. bei der der Mischungen, aussprechen muß.

Bei letzterer Methode wird man z. B. andere Resultate erhalten, je nachdem man die Umstände des Versuches so wählt, daß die Endtemperatur der gemengten Substanzen nahe unter dem Schmelzpunkt des Metalls, oder so, daß sie bei weitem tiefer zu liegen kommt; im letzteren Falle wird man nämlich eine größere Liquefactions-Wärme zu finden glauben, weil *die*, zwischen dem Schmelzpunkt und dem Maximum der Dichtigkeit freiwerdende Wärme noch zur eigentlichen Liquefactions-Wärme sich hinzufügt.

Doch dieses hier nur gelegentlich. — Als jetzt zur Sache gehörig, daß, um dieses Verfahren an einem seiner latenten Wärme *nach*, gut bekannten Körper zu prüfen, ich einst den Gang der Erkältungszeiten beim *Wasser* *) beobachtete, wie folgt:

von 6°,0 bis 5°,5 R. 50"

- 5 ,5	- 5 ,0	55
- 5 ,0	- 4 ,5	50
- 4 ,5	- 4 ,0	50
- 4 ,0	- 3 ,5	65
- 3 ,5	- 3 ,0	198
- 3 ,0	- 2 ,5	60
- 2 ,5	- 2 ,0	70

und daraus lernte, daß außer der durch die freiwerdende Wärme bewirkten Anomalie in der logarithmischen Reihe, hier eine ganz andere einträte, vermöge welcher die Erkältungszeiten flüssiger Substanzen sich in directem Zusammenhange zeigten mit dem Maximum der Dichtigkeit, in sofern sie ein solches besitzen. — Ich erwähne als eines Umstandes von Bedeutung, daß bei diesem Ver-

*) Diese Annal. Bd. 88. S. 463.

suche sowohl, als bei einigen analogen mit Lösungen salzsauren Natrons die angewandten Flüssigkeiten, nicht allein die *Kugel* des senkrecht stehenden Thermometers bedecken, sondern auch noch einen etwa *Zoll* langen Theil seiner Röhre. Vermöge dieses Umstandes ist man nämlich berechtigt, den Einfluss des Maximum der Dichtigkeit auf die Erkältungszeiten als ein rein hydrostatisches Phänomen zu betrachten. — Bei Versuchen mit Lösungen von salzsaurem Natron (am angeführten Orte) zeigte sich, dafs bei vermehrtem Salzgehalte des Wassers, das *Maximum der Dichtigkeit* sowohl, als die, wie es scheint, damit im Zusammenhange stehende Stockung in den Erkältungszeiten, beide vollkommen gleichmäfsig, immer tiefer gegen den Gefrierpunkt der Flüssigkeit hinabsinke, und, wie natürlich, sich endlich dieser Art von Versuchen ganz entziehe.

Ich wagte es damals, diese letzteren Erfahrungen anzuknüpfen an ein anscheinend sehr entfernt davon stehendes Factum, äufsernd: dafs wohl das Volumens-Minimum, durch Vermehrung des Salzgehalts, sich bei immer tieferen Temperaturen einfinden möge, *so* lange, bis es endlich erst in dem Aggregatzustande der Festigkeit sich einfinde, — wie dieses wenigstens für *einen* Körper für das Rose'sche Metallgemenge sich empirisch habe darthun lassen. — Seither haben Hrn. Rudberg's Versuche die angedeutete Parallele auf eine höchst auffallende Weise ergänzt. Durch dieselben wurde nämlich für Substanzen, welche sich zu der Rose'schen Legirung genau ebenso verhalten, wie *dichtere Salzlösungen* zu *leichteren*, die Existenz eines Phänomens nachgewiesen; welches sich bisher immer als Symptom eines *Volumen-Minimum im flüssigen Zustand* gezeigt hat; es wurde fernerhin gefunden, dafs bei Zunahme des einen Bestandtheils, diese symptomatische Erscheinung genau dasselbe Hinabsinken gegen tiefere Temperaturgrade erleide, wie bei Vermehrung des Salzgehaltes in Lösungen.

Um

Um so auffallender war es mir, dafs trotz dem der Hr. Verfasser die von ihm beobachtete Stockung in den Erkältungszeiten nur als Wirkung eines successiven Festwerdens verschiedener Elemente der Verbindung zu betrachten geneigt ist.

Wie erklären wir uns aber das analoge Verhalten des reinen Wassers? Sollen wir die Parallele zwischen diesen so analog scheinenden Phänomenen gänzlich aufgeben, oder auch für das Wasser ein successives Festwerden zweier sich entmischenden Elemente annehmen? — Allerdings scheint es bei der jetzigen Lage der Sache nicht eben ganz verwerflich, dafs auch beim Wasser ein solches Entmischen der Grund des Maximums der Dichtigkeit, und somit auch die *entferntere* Ursach der Stockung in den Erkältungszeiten sey; indessen bleibt, zum vollkommenen Verständnifs der Sache, immer noch die interessante Frage zu lösen: ob bei den Legirungen, welche Hr. Rudberg untersuchte, das von ihm vorausgesetzte partielle Erstarren ebenso von einem Maximum der Dichtigkeit begleitet sey, wie es alsdann beim Wasser seyn würde oder nicht?

Nicht immer in der Physik hat man, wie hier, die erfreuliche Gelegenheit, für die eine oder die andere Ansicht von einer gewonnenen Erfahrung auf empirischem Wege entscheiden zu können; möge daher doch Hr. Rudberg sich geneigt finden, zu untersuchen, ob nicht seine Legirungen bei den Temperaturgraden, wo er das Stationiren des Thermometers bemerkte, ein Maximum der Dichtigkeit besitzen! — Die Methode der Wägungen in erwärmten Flüssigkeiten von bekannter Ausdehnung bietet hierzu ein eben so leichtes als zuverlässiges Mittel dar.

Schliesslich bemerke ich nur, dafs ich die oben angewandte Angabe für die specifische Wärme des Rose'schen Metalls, mittelst eines, dem von Dulong und Petit genau nachgeahmten Apparats bestimmte.

Als Prüfungsmittel des Apparats kann dienen: dafs

beobachtete Erkältungszeiten im luftleeren Raume von $+10^{\circ}$ bis 0° , für Zinn und Blei das Verhältniß der specifischen Wärmen ergaben $=55212:30173$, so dafs, wenn man mit Dulong und Petit die specifische Wärme des Zinns zu 0,0513 annimmt, die des Bleis aus dem in Rede stehenden Versuch sich ergab $=0,0295$.

Dulong und Petit fanden: 0,0293.

Durch dieselbe Methode nun erhielt ich:

specifische Wärme des Zinns: der des Rose'schen Metalls $=55212:34329$

oder die specifische Wärme des Rose'schen Metalls $=0,0338$.

Die Beobachtungsreihen selbst hier anzuführen, scheint mir für den Augenblick nicht am Orte zu seyn.

VIII. Ueber die Empfindlichkeit des Gehörorgans; von Hrn. Felix Savart.

(*Ann. de chim. et de phys.* T. 44. p. 337.)

Mehrere ausgezeichnete Physiker haben zu bestimmen gesucht, bis zu welcher Höhe und Tiefe die Töne noch wahrnehmbar für das Ohr des Menschen seyen. Man ist ziemlich allgemein darüber einig, die Gränze in der Tiefe auf den Ton festzusetzen, dem etwa dreißig einfache Schwingungen in der Secunde entsprechen. Diese Aufgabe kann zwar, wie wir weiter hin sehen werden, noch nicht für vollkommen gelöst angesehen werden, doch läßt Alles glauben, dafs man von der Wahrheit nicht sehr entfernt ist. Was die Gränze in der Höhe betrifft, mit deren Bestimmung ich mich in diesem Aufsätze eigentlich beschäftigen werde, so stimmen die Physiker hinsichtlich derselben bei weitem nicht überein. Chladni nimmt an, dafs

noch Töne hörbar seyn, die aus etwa 12000 einfachen Schwingungen in der Secunde entspringen. Biot setzt diese Gränze auf den Ton einer offenen Pfeife von 18 Linien Länge, welchem Tone er 8192 einfache Schwingungen in der Secunde beilegt. Wollaston behauptet niemals höhere Töne gehört zu haben, als die einer Pfeife von der Länge eines Viertelzolls; da er aber nicht sagt, ob die Pfeife offen oder gedeckt war, und welchen Durchmesser sie hatte, so kann man nicht wissen, wie viele Schwingungen durch sie hervorgebracht wurden. An einer anderen Stelle sagt dieser berühmte Physiker, daß die höchsten Töne, welche man wahrnehmen könne, aus sechs bis sieben hundert Mal schnelleren Schwingungen hervorgingen, als die tiefsten noch hörbaren Töne. Nimmt man nun an, die letzteren Töne entspringen aus dreißig einfachen Schwingungen in der Secunde, so folgt daraus, daß, nach Wollaston, die Gränze in der Höhe bei 18 bis 21000 einfachen Schwingungen in der Secunde liege. Mit einem Wort, wenn man die bis jetzt erschienenen Lehrbücher der Physik zu Rathe zieht, so hat man Gelegenheit sich zu überzeugen, daß noch kein genauer Versuch über diesen Gegenstand gemacht worden ist, und, daß die Akustik, seit Sauveur's Zeiten, in dieser Beziehung durchaus keinen wirklichen Fortschritt gemacht hat.

Die Erfordernisse zur Lösung dieser Aufgabe kommen auf zwei zurück. Das erste besteht offenbar in der strengen Bestimmung der Anzahl von Schwingungen des Körpers, welchen man ertönen läßt; das zweite in der Hervorbringung von Tönen, die ungemein hoch, aber doch stark genug sind, um gehört zu werden. Man könnte hoffen, diese Bedingungen durch Longitudinalschwingungen cylindrischer, an beiden Enden freier Stäbe zu erfüllen; denn, da einerseits die Gesetze dieser Bewegungsart wohl bekannt sind, so würde es immer leicht seyn, die Anzahl der Schwingungen eines Stabes von beliebiger Länge genau zu bestimmen, und, wenn man andererseits

zu dem Versuche Körper, wie Glas oder Stahl, nimmt, in denen sich der Schall mit großer Geschwindigkeit fortpflanzt, so könnte man glauben, daß die Stäbe eine hinreichende Länge behielten, um sie noch leicht in Schwingungen zu versetzen, und Töne von hinreichender Stärke mit ihnen zu bekommen.

Dem zufolge machte ich einige Versuche über diesen Gegenstand, und dabei fand ich, daß die meisten Personen noch sehr deutlich die Töne eines Glascyinders von 3 Millimeter Durchmesser und 159 Millimeter Länge hörten, obgleich diese Töne das Resultat von etwa 31000 Schwingungen in der Secunde waren. Als ich Stäbe von einem geringeren Durchmesser nahm, und versuchte, ob man sie noch mehr verkürzen könne, beobachtete ich, daß, wenn sie etwa eine Länge von 150 Millimeter hatten, sie also mehr als 33000 einfache Schwingungen in der Minute machten, ich den Ton bald hörte, bald nicht hörte, sey es, daß mein Ohr in einem Augenblick empfindlicher war, als in einem andern, was möglich wäre, oder daß ich den Stab nicht immer mit gleicher Geschicklichkeit in Erschütterung versetzte.

Ich versuchte auch mittelst transversaler Erschütterung kleiner Stahlstäbe zu demselben Resultate zu gelangen. Da der Stab eine ungleich geringere Masse besaß, und schwieriger zu erschüttern war, so hatten die Töne eine geringere Intensität; allein dennoch beobachtete ich, daß man, bei diesem Verfahren, selbst Töne, entspringend aus etwa 30 bis 32000 einfachen Schwingungen in der Secunde hören konnte. Da indess diese kleinen Stäbe mit einem ihrer Enden in einem Schraubstock befestigt waren, und man daher ihre Länge nicht genau bestimmen konnte, so sind diese Zahlen nur als eine, wenngleich von der Wahrheit nicht sehr entfernte Annäherung zu betrachten.

Viel schwieriger noch ist es zu einer genauen Bestimmung der Schwingungszahl zu gelangen, wenn man

sehr kleine Luftsäulen, nach Art der Orgelpfeifen in Bewegung setzt.

Das einzige Mittel zur Besiegung dieser Schwierigkeit bestünde darin, daß man Pfeifen von ähnlicher Gestalt anwendete, damit man von dem Gesetz, nach welchem für Luftmassen dieser Art die Schwingungszahlen sich umgekehrt wie die homologen Dimensionen verhalten, Gebrauch machen könnte. Da indess die Mundlöcher ebenfalls diesen Dimensionen proportional seyn müßten, so sieht man ein, daß diese Bedingung, bei der großen Kleinheit der Pfeifen, nur sehr unvollkommen erfüllt werden könnte. Auch ist es mir bei diesem Verfahren nicht möglich gewesen, mit Sicherheit über 20000 einfache Schwingungen in der Secunde hinauszugehen, da jenseits dieses Punktes die Töne zwar noch hörbar, aber nur sehr schwer vergleichbar sind.

Aus diesen ersten Versuchen schien demnach hervorzugehen, daß das menschliche Ohr keine Töne von mehr als etwa 32000 einfachen Schwingungen in der Secunde hören könne. Erwägt man indess, daß man, um diesen Punkt zu erreichen, Körper anwenden muß, die sehr unbedeutende Dimensionen haben, folglich Schwingungen von ungemein kleiner Amplitude machen, so ist die Frage natürlich, ob dem menschlichen Ohr hier wirklich ein Ziel gesteckt sey, oder ob nicht, selbst bei dieser Gränze, der Ton nur aus Mangel an hinreichender Stärke un wahrnehmbar werde.

Um diese Schwierigkeit zu heben, muß man die Töne durch ein solches Verfahren hervorbringen, daß man die Amplitude der Oscillationen vergrößern, oder allgemeiner die Schärfe der gegen die umgebende Luft ausgeübten Stöße nach Belieben erhöhen, zugleich aber auch die Anzahl der Schwingungen oder der gegen die äußere Luft erzeugten Schläge mit Leichtigkeit und grosser Genauigkeit bestimmen könne. Es schien mir, daß

man diesen Zweck vollkommen erreichen werde mittelst eines mehr oder weniger schnell gedrehten Rades, versehen am Umfange mit einer zweckmäßigen Zahl von Zähnen, die nach einander gegen einen auf einer Unterlage befestigten dünnen Körper schlagen, z. B. gegen eine Karte oder ein keilförmig zugeschnittenes Blättchen von leichtem Holze. In der That war es natürlich zu glauben, daß man dadurch Töne erhalten würde, deren Höhe und Tiefe, wie bei der Sirene des Hrn. Cagniard Latour, von der größeren oder geringeren Zahl der in einer gegebenen Zeit hervorgebrachten Schläge abhingen. Und da man bei dieser Einrichtung die Schärfe der Schläge nach Belieben erhöhen kann, wenn man bei beibehaltener Zahl der Zähne den Durchmesser des Rades vergrößert, so ist klar, daß man mittelst zweckmäßig eingerichteter Räder die höchsten Töne der musikalischen Skale ohne Verringerung ihrer Intensität hervorbbringen können.

Meine ersten Versuche wurden mit einem Rade von Messing angestellt, das 24 Centimeter im Durchmesser hielt und 360 Zähne auf seinem Umfang trug. Die Töne, welche es hervorbrachte, erhöhten und senkten sich, je nachdem die Umdrehungsgeschwindigkeit größer oder kleiner ward; und obgleich dieser erste Apparat keinen Zähler besaß, so gelang es doch leicht, mit Hülfe eines Chronometers zu erweisen, daß die erhaltenen Töne immer im Verhältniß zu der Rotationsgeschwindigkeit standen. Wenn z. B. diese Geschwindigkeit verdoppelt wurde, stieg der Ton um eine Octave; und wenn man den vom Rade hervorgebrachten Ton mit dem Monochord in Einklang brachte, so fand sich, daß die Zahl der Schläge genau eben so groß war, wie die der Doppelschwingungen der Saite.

Die Töne dieses kleinen Apparats waren sehr rein, sobald die Zahl der Schläge nicht drei- bis viertausend in der Secunde überschritt, was sechs- bis achttausend ein-

fachen Schwingungen entspricht, weil hier, wie bei der Sirene, der Schlag und die ihm folgende Stille als eine Doppel-Schwingung betrachtet werden müssen. Ueber diese Gränze hinaus wurde der Ton schwach und verlor bedeutend an seiner Reinheit. Es war also klar, dafs man, um weiter zu gehen, ein Rad von gröfserem Durchmesser nehmen, die Zahl der Zähne aber nicht vermehren müsse, damit, bei Beibehaltung der anfänglichen Umdrehungsgeschwindigkeit, die Schläge, in Folge der gröfseren Abstände zwischen den Zähnen, mehr gesondert von einander wären. Ich nahm daher statt des ersten Rades ein neues, ebenfalls von Messing, aber 48 Centimeter im Durchmesser haltend und 400 Zähne auf dem Umfang tragend. Nun liefsen sich sehr reine Töne hervorbringen, selbst als die Umdrehungsgeschwindigkeit so grofs war, dafs zehntausend Schläge in der Secunde geschahen. Ueber diesen Punkt hinaus verlor der Ton viel an seiner Stärke, und bei 12 bis 15000 Schlägen in der Secunde hörte er auf wahrnehmbar zu seyn.

Da diese Zahl diejenige noch nicht überstieg, welche ich mit longitudinal-schwingenden Stäben erreicht hatte, so richtete ich einen andern Apparat ein, dessen gezähntes Rad, gleichfalls von Messing, 82 Centim. im Durchmesser hielt und 720 Zähne auf dem Umfang trug. Nun hörte man die Töne selbst noch bei 24000 Schlägen in der Secunde, was 48000 einfachen Schwingungen entspricht, und obgleich die Stärke des Tons, die bei 12 bis 15000 Schlägen in der Secunde sehr grofs war, alsdann anfangs bedeutend abzunehmen, so kann ich doch nicht sagen, bei welchem Punkte der Ton vollständig unwahrnehmbar geworden wäre, weil das Rad, mittelst dessen ich das gezähnte Rad in Bewegung setzte, nicht grofs genug war, um die Umdrehungsgeschwindigkeit noch mehr zu erhöhen.

Es verdient bemerkt zu werden, dafs ich selbst nicht der Einzige war, welcher so hohe Töne hören konnte,

sondern, dafs sie von allen Personen, die mir bei meinen Versuchen halfen, gehört wurden. Es ist also nicht richtig, wie Wollaston that, zu sagen, dafs die Gränze, über welche hinaus hohe Töne nicht mehr gehört werden, verschieden sey nach den Personen. Indefs können die von diesem schätzbaren Physiker beobachteten Thatsachen in aller Strenge richtig seyn, nur müssen sie anders ausgelegt werden. Ein hoher Ton von einer bestimmten Stärke kann nämlich von einigen Personen gehört, von anderen nicht gehört werden, nicht wegen des Grades seiner Höhe, sondern wegen des Grades seiner Stärke *).

Es scheint demnach aus diesen Versuchen hervorzugehen, dafs, wenn man fortfährt den Durchmesser des gezähnten Rades und die Geschwindigkeit der Umdrehung zu vergrößern, ohne die Zahl der Zähne zu verändern, man würde Töne hervorbringen können, die noch hörbar wären, obgleich sie aus sehr viel mehr als 24000 Schlägen in der Secunde entsprängen. Indefs für den Augenblick war es mir unmöglich, die Versuche weiter zu treiben, da die Maschinen, welche ich dazu verfertigen lassen müßte, sehr kostbar sind.

Die Rolle, welche die Vergrößerung des Durchmessers bei diesen Erscheinungen spielt, kann man durch einen sehr einfachen Versuch nachweisen. Man braucht

- *) Sollte dieser Ausspruch nicht ein wenig ungerecht gegen Wollaston seyn? — Den Einfluß der Stärke der Töne auf deren Hörbarkeit wird wohl niemand läugnen; ist es aber gewifs, dafs Hr. Savart mit den *starken* Tönen, die er hervorbrachte, schon die Gränze der Hörbarkeit erreichte, die Wollaston mit seinen *schwachen* Tönen vielleicht schon überschritten hatte. Hr. Savart selbst meint ja, mit vollkommenen Instrumenten noch höhere Töne hervorzubringen, als er bereits hervorbrachte.

Auch wäre es nicht unmöglich, dafs der *Klang* der Töne, jenes räthselhafte Etwas, welches uns, bei gleicher Höhe, z. B. den Ton eines Waldhorns augenblicklich von dem einer Geige unterscheiden läßt, von Einfluß wäre auf die Empfindlichkeit des Gehörorgans, gleichwie das Auge auch nicht von allen Farben gleich stark ergriffen wird.

nämlich nur eine Scheibe zu nehmen, sie mit einer hinlänglich grossen Anzahl diametraler Furchen zu versehen, und durch Schläge, welche man gegen diese richtet, den Ton hervorbringen. Bringt man den schlagenden Körper sehr nahe an den Mittelpunkt der Scheibe, so erhält man einen sehr schwachen und unreinen Ton; nähert man ihn dagegen allmählig dem Umfang, so nimmt der Ton an Stärke zu, und erreicht der Körper das Ende der Furchen, so gelangt der Ton auf das Maximum seiner Reinheit und Stärke. Diefs Resultat steht übrigens mit Allem in Einklang, was man über die Intensität der Töne weifs.

Da die Zahl der Schläge, die ich mit dem 82 Centimeter im Durchmesser haltenden Rade bekam, schon sehr gross war, und die Gränzen, welche man für die hörbaren Töne festgesetzt hatte, bedeutend überschritt, so war es nothwendig einerseits, ein Mittel zur genauen Messung der Umläufe des Rades zu haben, und andererseits sich zu versichern, dafs der dünne Körper, gegen den die Zähne schlugen, nicht an sich in schwingende Bewegung gerieth, vermöge welcher er z. B. die Zähne nur einen um den andern, oder einen um den dritten trafe.

Um die erste Schwierigkeit zu heben, könnte man an der Axe des Rades einen Zähler anbringen; allein diefs Mittel, von dem ich anfänglich Gebrauch machte, gestattet keine leichte Anwendung, sobald die Geschwindigkeit sehr gross wird. Vorzüglicher schien es mir, die Zahl der Umläufe durch den Ton eines zweiten gezähnten Rades zu bestimmen, welches einen kleineren Durchmesser besafs und eine dreifsig- bis vierzigmal geringere Zahl von Zähnen, als das gröfsere Rad auf seinem Umfang trug. Da der Ton dieses zweiten Rades viel tiefer war, so konnte man ihn leicht mit dem Monochord in Einklang bringen, und die Zahl der erzeugten Schwingungen berechnen, aus der sich dann leicht die Zahl der Umläufe des Rades ergab.

Was die zweite Schwierigkeit betrifft, nämlich die

Voraussetzung, daß der dünne Körper periodisch eine gewisse Anzahl von Zähnen überschlage, so kann man sie auf zwei verschiedene Weisen beseitigen. Das erste besteht darin, daß man auf einer und derselben Axe mehrere gezähnte Räder anbringt, deren Durchmesser und Dicke gleich sind, deren Zähnezahl aber in einfachen Verhältnissen stehen, sich wie die entsprechenden Schwingungsmengen einiger Töne der Tonleiter verhalten, und, daß man sieht, ob, bei gleichförmiger Umdrehungsgeschwindigkeit, der Accord, welchen man erhält, wirklich der ist, den man hervorzubringen beabsichtigte. Da vier Räder, die 200, 250, 300 und 400 Zähne trugen und folglich einen vollkommenen Accord geben mußten, in der That diesen Accord gaben, so folgte natürlich daraus, daß der dünne Körper, gegen den die Zähne schlugen, keinen derselben dabei übersprang, zumal da dieser sehr kurz mit den Fingern gehalten wurde; ein Umstand, welcher schon allein ein Schwingen desselben fast unmöglich macht.

Das zweite Verfahren, welches viel einfacher ist, besteht darin, daß man, senkrecht gegen die Ebene des Rades, durch eine Röhre von etwas kleinem Durchmesser einen Luftstrom auf die Zähne des Rades treibt. Klar ist, daß hiedurch ein analoger Effect, wie in der Sirene des Hrn. Cagniard Latour, hervorgebracht wird, d. h., daß durch die Luft, die jedesmal, wenn eine der zwischen den Zähnen befindlichen Lücken vor die Mündung tritt, zur Röhre hinausströmt und periodisch gegen die äußere Luft stößt, ein Ton entstehen muß. Der erhaltene Ton muß folglich der nämliche seyn, wie der, welcher aus dem Stofs der Zähne gegen den dünnen Körper hervorgeht, sobald dieser keinen Zahn unberührt überspringt. Nun zeigt die Erfahrung, daß man, bei gleichzeitiger Anwendung dieser beiden Verfahrensarten, von einem wie vom andern genau denselben Ton bekommt. So wie hier das Spiel der Sirene ein Mittel zur Bestätigung meiner Versuche abgibt, so liefern umgekehrt meine

Versuche die vollständigste Probe von der Genauigkeit der Theorie, welche Hr. Cagniard Latour von seinem sinnreich erdachten Instrument aufgestellt hat.

Die Frage über die Gränze, jenseits welcher die hohen Töne unwahrnehmbar sind, scheint natürlich mit der Bestimmung der mehr oder weniger langen Zeit verknüpft, während der die Schläge oder periodischen Stöße sich wiederholen müssen, damit man die Empfindung eines anhaltenden und vergleichbaren Tones bekomme. In der That muß eine Art von Abhängigkeit bestehen zwischen dem Grade von Empfindlichkeit, welcher uns das Hören von ungemein hohen Tönen gestattet, und demjenigen, welchen wir besitzen müssen, um Töne, die nur eine ungemein kurze Zeit dauern, wahrzunehmen, denn die hohen Töne, welche vergleichbar sind, müssen betrachtet werden als das Resultat einer Folge von Getösen oder Schallen, welche nur eine sehr kurze Zeit dauern, aber dennoch einzeln einen Eindruck auf das Gehörorgan machen.

Die neuen Mittel zur Tonerzeugung, von denen ich oben sprach, eignen sich ganz besonders zur Untersuchung der erwähnten Frage. Nehmen wir z. B. an, man habe ein Rad, mit tausend Zähnen besetzt, das sich in einer Secunde einmal umdrehe. Man zeichne den Ton auf und nehme von der Hälfte des Umfangs die Zähne fort. Klar ist, daß der Ton dadurch nicht geändert wird, weil in einer der halben Secunden genau dieselbe Zahl von Schlägen geschieht, wie vor der Wegnahme der Zähne; nur wird auf den Ton eine Stille von einer halben Secunde folgen, wenn der Eindruck auf das Gehörorgan nicht länger dauert, als die Thätigkeit der Ursache, welche ihn hervorbrachte. Wirklich zeigt die Erfahrung, daß die Sachen sich so verhalten, nämlich: daß man, nach Fortnahme einer mehr oder weniger beträchtlichen Zahl von Zähnen, im Allgemeinen einen unterbrochenen Ton bekommt, welcher aber dieselbe Tonhöhe besitzt, wie wenn alle Zähne da sind.

Es handelt sich also darum, dafs man untersuche, wie viel Zähne man so fortnehmen könne, ohne dafs der Ton seine wesentlichen Eigenschaften verliere. Zu dem Ende verfertigte ich ein Rad, dem man nach Belieben alle Zähne nehmen und wieder geben konnte; auch richtete ich mehrere andere Apparate ein, die keine besondere Beschreibung verdienen, die aber alle zu demselben Zweck dienten, wie das Rad mit den beweglichen Zähnen. Mittelst dieser Vorrichtungen fand ich, dafs, wie schnell sich auch das Rad drehte, und wie grofs auch die Zahl der Zähne war, man sie doch alle bis auf zwei fortnehmen konnte, ohne dafs der Ton, bis zu dieser Gränze, seine Eigenschaften, d. h. seine Höhe, änderte, und dafs es, mit einiger Achtsamkeit, immer möglich war, den Einklang mit ihm auf einem Instrumente herzustellen.

Es folgt daraus: 1) dafs zwei einander folgende Stöfse oder Schläge hinreichend sind, einen vergleichbaren Ton zu bilden, und, dafs folglich vier einfache Schwingungen dasselbe Resultat geben; 2) dafs die Zeit, welche zwischen den beiden Schlägen verfliest, den Grad der Höhe des Tons bedingt; zwei Schläge z. B., die in doppelt so grofser Zwischenzeit erfolgen, geben die untere Octave, geschehen sie aber in dreimal geringerer Zeit, geben sie die obere Quinte der Octave u. s. w.; 3) dafs die Dauer, welche ein Ton haben mufs, um gehört zu werden, allein von dem Zeitraum abhängt, der zwischen zwei diesen Ton hervorbringenden periodischen Schlägen vorhanden ist, folglich, dafs dieser Zeitraum desto kürzer ist, je höher der Ton ist.

Da wir nun oben gefunden haben, dafs 20000 einfache Schwingungen oder 10000 Schläge in der Secunde einen Ton geben, welchen das Ohr noch vergleichen kann, so folgt, dafs dies Organ noch alle Eigenthümlichkeiten einer Erscheinung, die nur ein Fünftausendstel einer Secunde dauert, wahrnehmen kann. Allein diese Folgerung, welche anfangs streng richtig erscheint, ist es nicht, weil

es geschehen könnte, daß die Erschütterung des Zahns, welcher zuletzt geschlagen wurde, noch eine sehr kleine Zeit hindurch fort dauerte, nachdem die Ursache dieser Erschütterung schon zu wirken aufgehört hat. Indefs läßt sich annehmen, daß diese Zeit ungemein klein sey, sobald die einander stoßenden Körper, wie im gegenwärtigen Fall, sehr unbedeutliche Dimensionen, besonders in der Länge, besitzen.

Läßt man auf dem Umfang des Rades nur Einen Zahn stehen, so erzeugt der einzige Schlag, welchen man dann bei jedem Umlauf des Rades erhält, zwar immer noch einen Ton, welcher aber, was die Höhe oder Tiefe betrifft, keine Beziehung hat zu denen, welche man erhält, wenn man zwei oder mehrere Zähne stehen läßt. Er ist immer derselbe, wie groß auch die Umdrehungsgeschwindigkeit seyn mag *); und man begreift, daß dem so seyn muß, weil er immer aus dem Ton zweier Körper gegen einander entspringt, und weil diese Körper in allen Fällen dieselben Dimensionen besitzen. Es ist nur zu bemerken, daß, wenn das Rad mehr als 32 Umläufe in der Secunde macht, die periodische Wiederkehr des Schlages auf den Zahn einen eigenthümlichen und aushaltenden Ton erzeugt, der desto höher ist, je beträchtlicher die Zahl der Umläufe ist.

Ein einziger Schlag erzeugt für sich einen Schall oder ein wahrnehmbares Geräusch, und da andererseits das Ohr, wie wir oben gesehen haben, Töne hören kann, welche aus etwa 24000 Schlägen in der Secunde entspringen, so folgt daraus, daß ein Schall oder ein Geräusch, welches nur ein Vierundzwanzigtausendstel einer Secunde dauert, wahrnehmbar, übrigens aber nicht mehr vergleich-

*) Man sollte indess meinen, daß, wenn die Umdrehungsgeschwindigkeit nur groß genug wäre, damit der Zeitraum zwischen zwei Schlägen des einen Zahns gleich würde dem Zeitraum zwischen den Schlägen zweier Zähne, auch in beiden Fällen derselbe Ton entstehen müßte.

bar ist. Allein hier stellt sich, wie wir sogleich sehen werden, die Fehlerquelle ein, welche aus der Fortdauer der Bewegung nach dem Stofs entspringt. Indefs wenn auch diese Resultate unter diesem Gesichtspunkt noch Einiges zu wünschen übrig lassen, so kann man doch als wohl erwiesen annehmen, dafs ein Schall oder ein Geräusch, dessen Dauer nur einen sehr kleinen Bruchwerth der Secunde beträgt, wahrgenommen und seiner Tonhöhe nach bestimmt werden kann.

Es ist nothwendig, hier zu bemerken, dafs die Dauer der Erscheinung, welche die Empfindung des Tons erzeugt, sorgfältig von der Dauer dieser Empfindung unterschieden werden mufs. Man weifs nämlich, dafs der Eindruck auf ein Organ noch einige Zeit anhält, nachdem die Ursache dieses Eindrucks schon zu wirken aufgehört hat. Wenn man z. B. eine glühende Kohle im Kreise herumschwenkt, so weifs Jedermann, dafs man, wenn diefs mit hinreichender Geschwindigkeit geschieht, eine kreisrunde feurige Linie sieht. Es ist natürlich zu glauben, dafs das Beharren der Empfindung, welche hier, im Auge, diese Erscheinung hervorruft, sich auch bei dem Gehörorgane wiederfinde. Ich habe daher zu bestimmen gesucht, wie lange die Empfindung noch anhalte, nachdem die Ursache zu wirken aufgehört hat, und dazu schienen die gezähnten Räder ein leichtes Mittel darzubieten.

Gesetzt ein Rad drehe sich mit gleichförmiger und bekannter Geschwindigkeit, und man nehme ihm einen seiner Zähne; so ist klar, dafs dadurch eine Unterbrechung in dem Tone entstehen wird, sobald die Empfindung nicht noch nach beendigter Wirkung der erzeugenden Ursache anhält; und, wenn sie eine mehr oder weniger lange Zeit hindurch anhält, wird man sie messen können durch die Zahl der Zähne, welche man fortnehmen mufs, um die Unterbrechung wahrnehmbar zu machen. Ich habe zu verschiedenen Malen Versuche über diesen Gegenstand angestellt, und dadurch auch auf eine unzwei-

felhafte Weise ermittelt, daß der Eindruck noch einige Zeit anhält, nachdem die erzeugende Ursache nicht mehr wirkt; allein bis jetzt ist es mir unmöglich gewesen, in dieser Beziehung zu genauen Bestimmungen zu gelangen, weil der Eindruck allmählig erlischt, und weil man, wenn er sehr schwach wird, nicht sagen kann, ob er noch besteht oder völlig verschwunden ist. Ueberdies schien es mir, daß die Empfindlichkeit meines Gehörorgans nicht immer gleich war; denn es geschah mir mehrere Male, daß ich, um die Unterbrechung wahrzunehmen, eine weit größere Zahl von Zähnen fortnehmen mußte, als bei anderen Versuchen, die ich einige Stunden oder einige Tage vorher angestellt hatte. Ich habe auch bemerkt, daß mehrere Personen, welche mich bei meinen Versuchen unterstützten, fast immer ein von dem meinigen verschiedenes Urtheil über die von uns gemeinschaftlich beobachtete Erscheinung fällten.

Es steht nicht zu bezweifeln, daß, wenn ein Ton anhaltend seyn soll, der Eindruck eines jeden Schlages so lange mit einer gewissen Stärke beharren muß, bis der Eindruck von dem folgenden Schlage geschehen ist; ohne dies würde man nur getrennt das Geräusch von jedem einzelnen Schlage hören. Giebt man demnach einem Rade, das mit einer sehr kleinen Zahl von Zähnen besetzt ist, anfangs eine sehr langsame, und dann eine immer mehr und mehr beschleunigte Umdrehungsbewegung, so wird man anfänglich die Schläge gegen den dünnen Körper einzeln unterscheiden und keinen anhaltenden Ton beobachten; hierauf wird man zwar einen Ton wahrnehmen, welcher aber, wenn ich den Ausdruck gebrauchen darf, gehackt erscheint, und dies rührt offenbar davon her, daß das Ende des Eindrucks, welchen das Gehörorgan bei jedem Schlage empfängt, sich mit dem folgenden Eindruck zu verknüpfen anfängt. Endlich folgen die Schläge einander mit größerer Geschwindigkeit, der Ton wird sehr rein und sehr stark; allein diese Stärke nimmt ab, und

der Ton verschwindet sogar gänzlich, sobald die Umdrehungsgeschwindigkeit sehr groß wird, ohne Zweifel, weil alsdann die Schläge nicht mehr rein genug ansprechen.

Mit einem Wort, es scheint unumgänglich, wenn wir die Empfindung eines vollen und anhaltenden Tons bekommen sollen, daß die auf das Gehörorgan gemachten Eindrücke um eine gewisse Größe in einander greifen. Diefes ist wahrscheinlich die Ursache, weshalb man den Durchmesser des Rades in dem Maasse vergrößern muß, als man höhere Töne erzielen will, weil man dadurch nur die Dauer des Eindrucks eines jedes Schlages verändert. Aus dem umgekehrten Grunde scheint es auch nicht zweifelhaft, daß man tiefere Töne, als die aus 30 bis 32 einfachen Schwingungen in der Secunde erfolgenden, wahrnehmen würde, wenn man ein Mittel fände, Schläge hervorzubringen, deren Eindrücke länger als ein Sechzehntel der Secunde anhielten.

Ich schliese mit der Bemerkung, daß die Töne, welche sich mit gezähnten Rädern hervorbringen lassen, mit Vortheil angewandt werden können, um, bei vielen Maschinen, die Zahl der Umläufe der Axen zu bestimmen und sich von der Gleichförmigkeit ihrer Umdrehung zu überzeugen. Die Anwendung dieses Verfahrens ist so einfach, daß ich es für überflüssig halte, darüber weiter in Detail einzugehen.

IX. *Ueber einige Eigenschaften der vom Lichte auf das Gesichtsorgan hervorgebrachten Eindrücke; von J. Plateau.*

(*Dissertation sur quelques propriétés des impressions produites par la lumière etc., par J. Plateau de Bruxelles. Liège 1829.*)

Jedermann weiß, daß man, wenn eine glühende Kohle rasch im Dunkeln herumgeschwenkt wird, eine leuchtende Curve

Curve sieht, gleich als wenn die Kohle das Geleise ihrer Bahn in der Luft zurückgelassen hätte. Diese Thatsache beweist, daß die Eindrücke des Lichts auf unser Auge eine gewisse Dauer besitzen, und noch nach Verschwindung des Gegenstandes, welcher sie erzeugte, einige Zeit hindurch beharren. Man kann sich übrigens direct von dieser Wahrheit überzeugen, wenn man ein im Sonnenschein liegendes Stück weißen Papiers betrachtet, und nun schnell die Augen schließt; man sieht dann das weiße Bild des Papiers noch eine sehr geraume Zeit.

Es ist der Gedanke natürlich, daß diese Eindrücke an Dauer und Stärke verschieden sind, je nach der Stärke und der Farbe des Lichts, welches sie hervorbrachte. Daher ist es hier meine Absicht, die Eindrücke, welche von den verschiedenen Farben hervorgebracht werden, in Bezug auf ihre Dauer, ihre Stärke und ihre Wirkung auf einander zu untersuchen.

Nimmt man an, daß unsere Kohle einen Kreis beschreibe, so ist es offenbar hinreichend, damit der ganze Kreis leuchtend erscheine, daß die Kohle auf jeden Punkt ihrer Bahn genau in dem Moment zurückkehre, wo der Eindruck, den ihr vorhergehender Aufenthalt daselbst erzeugte, verschwindet. Nicht minder klar ist, daß, wenn es gelänge der Kohle genau diese Geschwindigkeit zu geben, die Dauer eines ganzen Umlaufs gleich seyn würde der eines Eindrucks. Es scheint daraus zu folgen, daß man, um die Dauer des Eindrucks, den ein kleiner Gegenstand auf unser Gesichtsorgan macht, zu messen, diesem Gegenstande nur eine Kreisbewegung zu ertheilen, und dieselbe allmählig so weit zu beschleunigen brauche, bis das scheinbare Geleise des Gegenstandes einen vollständigen Kreis bilde; die Dauer dieses Umlaufs, deren Bestimmung sich ohne Schwierigkeit aus der Zahl der in einer gegebenen Zeit beschriebenen Umläufe ergibt, würde dann die Dauer des Eindrucks seyn.

Durch dieses Mittel eben suchte der Ritter d'Arcy

(*Mém. de l'Acad.* 1765.) die Dauer des von einer glühenden Kohle erzeugten Eindrucks zu bestimmen, und er fand sie ≈ 8 Terzien oder $0'',133$; auch hatte derselbe Physiker zur Absicht, ähnliche Versuche mit nichtleuchtenden, aber von starkem und verschiedenartig gefärbtem Lichte beleuchteten Gegenständen anzustellen. Thomas Young (*A Course of lectures on natural philosophy*, T. 1. p. 455.) behauptet, ohne indeß einen Versuch anzuführen, daß die Dauer der Lichteindrücke auf die Netzhaut gewöhnlich $0'',01$ bis $0'',5$ und mehr betrage; er sagt, diese Dauer scheine desto beträchtlicher zu seyn, je stärker das Licht sey, welches die Eindrücke erzeuge.

Ich versuchte die Dauer bei verschiedenartig gefärbten und vom gewöhnlichen Tageslicht beleuchteten Gegenständen durch das d'Arcy'sche Verfahren zu bestimmen; allein schon bei den ersten Schritten stiefs ich auf die folgenden Schwierigkeiten.

1) Die Eindrücke, wie sich auch natürlich voraussetzen läßt, verschwinden von dem Maximum ihrer Stärke ab nicht plötzlich, sondern allmähig, so daß es unmöglich ist, den Augenblick zu bestimmen, wann sie vollständig erlöschen. Diefß wird völlig durch die Erfahrung bestätigt. Man gebe einem Stücke weissen Papiers eine Kreisbewegung, jedoch keine so rasche, daß ein vollständiger Kreis erscheint; das Papier scheint sich zu verlängern, so daß es auf der von ihm beschriebenen Curve einen gröfseren Raum einnimmt, und das hintere Ende dieses verlängerten Bildes ist nicht scharf begränzt, wie es seyn müßte, wenn die Lichteindrücke plötzlich verlöschten, sondern fließt allmähig mit dem Grund zusammen, auf welchem man es sieht *). Es folgt daraus, daß wir der Hoffnung, genaue Resultate zu erhalten, entsagen müssen; wir können nur beiläufig die Zeit bestimmen, während

*) Am zweckmäfsigsten stellt man diesen Versuch mit dem weiterhin beschriebenen Instrumente und mit einem Stück Papier von der Form Fig. 11. Taf. III. an.

welcher die Eindrücke eine etwas merkliche Stärke behalten.

2) Aus dieser Schwierigkeit entspringt eine andere. Der Gegenstand, der sich im Kreise bewegt, trifft an jedem Punkte seines Laufs den vorhergehenden Eindruck beträchtlich geschwächt an; mithin wird ein jeder Punkt des Kreises eine fortdauernde Folge von starken und schwachen Lichtern darbieten. Daraus entspringt ein Zittern, eine Art von Vibration, welche das Auge ermüdet, und die genaue Bestimmung der dem Gegenstande zu gebenden Geschwindigkeit recht schwierig macht.

3) So wie eine gewisse Zeit erforderlich ist, damit ein einmal gebildeter Eindruck vollständig verschwinde, eben so bedarf derselbe auch einer gewissen Zeit zu seiner vollen Bildung. Daraus folgt, dafs der Gegenstand, welcher sich im Kreise bewegt, sehr wohl nur einen unvollkommenen Eindruck hervorbringen könnte, so dafs die Dauer dieses Eindrucks, wie sie von *einem* Umlauf gegeben wird, geringer wäre, als die Dauer eines vollständigen Eindrucks.

Ich habe versucht, den Einfluß dieser drei Hauptschwierigkeiten möglichst zu verringern, und werde nun die dazu angewandten Mittel und die Verfahrungsweise beschreiben.

Das Instrument, dessen ich mich bediente, besteht, wie das von d'Arcy, aus einem System von verticalen Rädern, die so von Gewichten in Bewegung gesetzt werden, dafs das letzte Rad eine beträchtliche Geschwindigkeit erlangen kann, während die des Rades mit dem Gewichte nur sehr gering ist. Die Axe jenes Rades trägt einen Zeiger mit einer Pincette am Ende, bestimmt die Gegenstände zu halten. Durch Vermehrung oder Verminderung der Gewichte kann man dem Zeiger alle möglichen Grade von Geschwindigkeit ertheilen, und seine Bewegung, die in den ersten Augenblicken eine beschleunigte ist, wird nach einigen Minuten gleichförmig, weil

die Reibung und andere Widerstände mit der Geschwindigkeit wachsen, und endlich die von der Schwerkraft bewirkte Beschleunigung zerstören. Das Instrument war überdieß, zur Regulirung seines Ganges, mit einem Windfang versehen, und der ganze Apparat wurde in der Höhe des Auges in einiger Entfernung dem Fenster gegenüber aufgestellt. Da das Ende des Zeigers einen Kreisumfang beschrieb, und alle wünschenswerthe Grade von Geschwindigkeit erlangen konnte, so befand sich der farbige Gegenstand unter den erforderlichen Bedingungen. Um die Dauer eines Umlaufs desselben zu bestimmen, brauchte man nur das Instrument eine bestimmte Zeit hindurch gehen zu lassen, und die Umläufe eines der ersteren Räder, dessen Geschwindigkeit nur unbedeutend war, zu zählen; aus der Zahl der Zähne auf den Rädern und Getrieben, ergab sich dann die Zahl der Umläufe des letzten Rades, und diese Zahl, durch die Zeit dividirt, war dann die Dauer *eines* Umlaufes.

Um die erste der genannten Schwierigkeiten möglichst zu beseitigen, stellte ich hinter dem Zeiger eine Pappscheibe auf, überzogen mit schwarzem Sammt, als der Substanz, die den möglichst dunkelsten Grund darbot, und folglich am besten geeignet war, die letzten Abstufungen der Eindrücke wieder zu geben.

Was die zweite Schwierigkeit betrifft, so wußte ich zur Verminderung ihres Einflusses kein anderes Mittel, als: jeden Versuch oftmals zu wiederholen und aus den verschiedenen Resultaten das Mittel zu nehmen. Bei diesem Verfahren hatte ich auch die Absicht, die aus dem Instrumente entspringenden Unregelmäßigkeiten zu berichtigen.

Die dritte Schwierigkeit kann man vollständig heben, wenn man dem gefärbten Gegenstand eine beträchtliche Breite giebt. Allein dabei muß bemerkt werden, daß die Dauer eines Eindrucks dann nicht mehr gleich ist der eines Umlaufs, wie bei Anwendung eines kleinen Gegenstan-

des, wo man die Breite ohne merklichen Fehler vernachlässigen kann. Offenbar muß man hier von der Dauer eines Umlaufs die Zeit abziehen, welche zwischen den Durchgängen der beiden Enden des Gegenstandes durch einen Punkt im Kreise verfliest; nähme der Gegenstand z. B. ein Viertel des Kreisumfangs ein, so würde die Dauer des Eindrucks gleich seyn drei Vierteln der Dauer eines Umlaufs. Diefs Verfahren hat, nach mir, zwei Vortheile. Erstlich bleibt der Gegenstand, ist er breiter, länger vor dem Auge und dadurch wird der Eindruck vollständig. Zweitens, wenn die Dauer eines Umlaufs größer ist als die eines Eindrucks, ist die Geschwindigkeit des Gegenstandes geringer, und die Aufeinanderfolge der starken und schwachen Lichter weniger rasch, wodurch das Auge weniger geblendet wird und mit größerer Sicherheit unterscheiden kann, wann mit der Erhöhung der Geschwindigkeit eingehalten werden muß.

Zu meinen Versuchen bediente ich mich gefärbter Papierstreifen von der Form Fig. 11. Taf. III., begrenzt durch zwei Kreisbogen, die ihre Mittelpunkte auf der Axe des Zeigers hatten, und durch zwei Radien, die einen rechten Winkel mit einander bildeten. Die Versuche wurden mit weißem, gelbem, rothem und blauem Papier angestellt *), und gaben für die Dauer eines Eindrucks, in Sexagesimalsekunden, folgende Resultate:

Weiß.	Gelb.	Roth.	Blau.
0",34	0",36	0",33	0",31
0 ,33	0 ,36	0 ,37	0 ,30
0 ,35	0 ,36	0 ,37	0 ,34
0 ,35	0 ,35	0 ,33	0 ,30
0 ,38	0 ,36	0 ,35	0 ,34
0 ,37	0 ,34	0 ,32	0 ,36
Mittel 0",35	0",35	0",34	0",32

*) Die Papiere waren gefärbt mit Gummigutt, Carmin und Berlinerblau. Dieselben Farben gebrauchte ich zu allen meinen Versuchen.

Das Erste, was beim Anblick dieser Resultate nicht entgehen kann, ist die große Verschiedenheit derselben von denen d'Arcy's. Eine glühende Kohle, im Dunkeln gesehen, scheint in der That eine stärkere Wirkung auf die Netzhaut ausüben zu müssen, als ein dem gemeinen Tageslicht ausgesetztes Stück weissen Papiers, und dennoch ist der Eindruck von jener nur 0',13, der von diesem aber 0',35! wie ist dies zu erklären? Ich bin zu glauben geneigt, daß d'Arcy nicht Acht gab auf die allmähliche Abnahme der Eindrücke, und daß er die Geschwindigkeit so weit vermehrte, bis er einen leuchtenden Ring von gleichförmigem Glanze erhielt; wirklich erwähnt er auch dieser Abnahme nicht, und er sagt nur an einer Stelle, daß der Ring in seiner ganzen *Gleichheit* erschienen sey. Vielleicht, daß die Kohle auch nur eine geringe Breite hatte, und deshalb nur einen unvollständigen Eindruck machte, dessen Dauer also kürzer als die eines vollständigen Eindrucks seyn mußte; vielleicht auch, daß die Empfindlichkeit der Augen im Dunkeln eine andere ist. Wie dem auch sey, so können doch die Resultate, welche wir erhielten, nur als Annäherungen betrachtet werden; sie sind, wie wir eben gesehen, mit zu vielen Fehlerquellen umgeben, und aus einer zu geringen Zahl von Versuchen abgeleitet, als daß sie ganz richtig seyn könnten. Sie zeigen indess, daß das Weiss und das Gelb die dauerndsten Eindrücke hervorbringen, daß dann das Roth und endlich das Blau folgt. Jedoch sind die Unterschiede so gering, daß man ihnen kaum trauen darf, vor allem, wenn man erwägt, wie stark die einzelnen Resultate, die das Mittel gaben, von einander abweichen. Glücklicherweise werden wir bald neue Resultate sehen, die, wenigstens in Bezug auf die Rangordnung der Farben, die Wahrscheinlichkeit der vorliegenden erhöhen.

Die folgenden Versuche sind einer größeren Genauigkeit fähig und, wenn sie uns auch nicht zum Werthe der Dauer der Lichteindrücke führen, liefern sie uns doch

Angaben über die relative Stärke derselben und über das Gesetz, nach welchem die einmal gebildeten Eindrücke abnehmen.

Man theile eine Papierscheibe (Fig. 12. Taf. III.) in eine gewisse Anzahl gleicher Sectore, z. B. in 24, und schlage zwei concentrische Kreise, so daß von jedem Sector ein krummliniges Trapez, wie *abcd* abgeschnitten wird. Zwölf dieser Trapeze streiche man mit irgend einer Farbe an, und die übrigen zwölf schwärze man, so daß jede gefärbte Fläche sich zwischen zwei schwarzen befinde. Noch besser ist es, die letzteren Flächen auszuschneiden, und hinter der Scheibe ein mit schwarzem Sammt überzogenes Pappstück anzubringen. Befestigt man nun die Scheibe an das Instrument, so daß ihr Mittelpunkt auf der Axe des letzten Rades liegt, so drehet sich der ringförmige Raum zwischen den beiden concentrischen Kreisen in sich selbst, und die gefärbten und dunklen Felder folgen einander mit Schnelligkeit. Bei unbeträchtlicher Geschwindigkeit gewahrt das Auge, welches sich vor dem Instrumente befindet, nur ein Zittern, eine rasche Folge von hellen und dunklen Lichtern. Vermehrt man aber diese Geschwindigkeit, so nimmt diese Verwirrung ab, und man gelangt endlich zu einem Punkt, wo ein gleichförmiger Farbenton erscheint. Alsdann zeigt sich der ganze Raum, welcher in schwarze und gefärbte Felder getheilt ist, vollkommen schlicht, und seine Farbe ist der gleich, welche aus einer Vermengung von Schwarz mit der Nüance der gefärbten Felder entstehen würde. Sind die schwarzen Felder ausgeschnitten, so erscheint die Scheibe durchsichtig, und Gegenstände, die man zwischen der Scheibe und dem schwarzen Sammt anbringt, sind wie durch einen gefärbten Schleier sichtbar.

Suchen wir, bevor wir weiter gehen, den Grund dieser Erscheinungen auf. Am natürlichsten bietet sich die folgende Erklärung dar. Wenn die Geschwindigkeit einen gewissen Grad erreicht hat, so ist die Zeit, welche

zwischen den einander folgenden Durchgängen zweier gefärbten Felder verfließt, zu klein, als daß der Eindruck, den das erste Feld erzeugte, schon merklich abgenommen haben sollte, wenn das zweite anlangt; die Eindrücke folgen einander ohne Unterbrechung und ohne Abnahme, und daher kann das Auge nur einen gleichförmigen Farbenton wahrnehmen. Allein, warum zieht sich dieser gleichförmige Farbenton in's Schwarze, wenn die Eindrücke nicht merklich geschwächt sind? Darum, weil jedes gefärbte Feld mit zu großer Schnelligkeit vor dem Auge vorüber geht, um einen vollständigen Eindruck zu hinterlassen; der unvollständige Eindruck, welchen es erzeugt, verbleibt ohne merkliche Aenderung bis zur Ankunft des folgenden Feldes, und während dieses vorüber geht, erlischt der vorhergehende Eindruck und ein zweiter bildet sich, und so fort. Was die Durchsichtigkeit des gleichförmigen Farbentons betrifft, so erklärt auch sie sich leicht. Sind die schwarzen Felder ausgeschnitten, so wird ein Gegenstand, der sich hinter der Scheibe befindet, durch die vorübergehenden Oeffnungen und gefärbten Felder abwechselnd sichtbar und verdeckt. Er muß also auf der Netzhaut eine Reihe von Eindrücken hervorbringen, welche, wenn die Geschwindigkeit beträchtlich ist, nur einen einzigen, aber unvollkommen bilden, der sich mit dem der gefärbten Felder combinirt.

Unterwerfen wir jetzt die verschiedenen Farben diesem Versuche und suchen für jede derselben genau die Geschwindigkeit, welche zur Hervorbringung eines gleichförmigen Farbentons nöthig ist *). Diese Geschwindigkeiten sind sehr verschieden, wie es die Resultate der folgenden Tafel beweisen, welche ich bei Anwendung von

*) Ich verstehe hierunter die Geschwindigkeit, welche man erhält, wenn man das den Apparat in Bewegung setzende Gewicht stufenweis vermehrt, bis der Farbenton gleichförmig geworden ist, und dann genau bei diesem Punkt einhält.

Scheiben mit zwölf schwarzen und zwölf gefärbten Feldern erhielt. Sie drücken die Dauer eines Umlaufs aus;

Weiss.	Gelb.	Roth.	Blau.
0",191	0",201	0",248	0",323
0,194	0,201	0,230	0,295
0,198	0,202	0,227	0,264
0,182	0,192	0,224	0,297
Mittel 0",191	0",199	0",232	0",295.

Diese Resultate sind, wie man sieht, die umgekehrten von den S. 309.; sehen wir, was sich aus ihnen folgern läßt. Da jede Scheibe 24 Felder enthielt, so ist klar, daß man die Dauer eines Umlaufs nur durch 24 zu dividiren braucht, wenn man den Zeitraum zwischen den Durchgängen zweier auf einander folgender gefärbter Felder, oder, mit anderen Worten, die Zeit, während welcher ein Eindruck sich ohne merklichen Verlust erhält, haben will. Nun zeigt der Anblick obiger Mittelwerthe, daß man hiedurch Zahlen erhält, die vom Weissen zum Blauen hin zunehmen, und daraus folgt, daß der Eindruck des Blauen länger ohne merkliche Abnahme beharrt als der des Rothen, dieser wieder länger als der des Gelben, und noch viel länger als der des Weissen. Länger ohne merkliche Abnahme beharren, heisst aber offenbar dasselbe, als weniger rasch abnehmen. Folglich sind wir zu dem sonderbaren und mit dem auf S. 309. scheinbar im Widerspruch stehenden Resultat gekommen, daß die Eindrücke mit einer ungleichen Schnelligkeit abnehmen, und daß die Farben in dieser Beziehung folgendermaßen geordnet werden müssen:

Blau, Roth, Gelb, Weiss.

Der Eindruck des Blauen nimmt langsamer, der des Weissen schneller ab.

Wenn aber der Eindruck des Blauen z. B. langsamer erlischt als der des Rothen, darf man daraus schließen, daß die Gesamtdauer desselben länger als die des

letzteren sey, daß demnach die Resultate auf S. 309. unrichtig seyen? Ich glaube es nicht. Das allmähliche Verschwinden eines Eindrucks ist der Uebergang des Organs aus einem zufälligen in seinen normalen Zustand. Wenn unorganische Körper ähnliche Uebergänge darbieten, wie z. B. beim Erkalten, beim Zerstreuen der Elektricität in der Luft, so ist der Gang der Erscheinung im Allgemeinen um so langsamer, als die Körper sich weniger von ihrem normalen Zustand entfernen, während ihre gesammte Dauer um so unbedeutlicher ist. Von zwei ungleich erwärmten Körpern z. B. erkaltet der weniger heiße langsamer, kommt aber doch in kürzerer Zeit als der andere auf die Temperatur der äußeren Umgebung zurück. Wie mir scheint, kann man der Analogie nach ein ähnliches Verhalten für die Abnahme der Lichteindrücke annehmen, und dann werden alle Resultate erklärlich und übereinstimmend. Nimmt man nämlich an, wofür wir weiterhin mehr als einen Beweis finden werden, daß die Farben, in Bezug auf die Stärke der von ihnen erzeugten Eindrücke, in die Reihenfolge S. 309. gestellt werden müssen, vom Weiß, welches den stärksten Eindruck macht, bis zum Blau, welches den schwächsten erzeugt; dann folgt aus der obigen Analogie, daß der Eindruck des Weißen der dauerndste ist, aber, mit der größten Geschwindigkeit abnimmt, daß der Eindruck des Gelben eine kürzere Dauer habe und auch weniger rasch abnehme; daß in dieser Ordnung der Eindruck des Rothen dem des Gelben folge, und endlich, daß der Eindruck des Blauen zugleich der kürzeste und der am langsamsten abnehmende ist. Diefes ist genau, was uns die Resultate auf S. 309. und S. 313. lehren *).

*) Nach den Resultaten auf S. 309. dauert zwar der Eindruck des Gelben eben so lang, als der des Weißen; allein da wir bald zeigen werden, daß das Weiß einen stärkeren Eindruck als das Gelb hervorbringt, so ist es höchst wahrscheinlich, daß zahlreichere Versuche uns einen geringen Unterschied zwischen der Dauer beider Eindrücke gegeben haben würden.

Allein wir können weiter gehen. Das über die Eindrücke der verschiedenen Farben Gesagte läßt sich auf die verschiedenen Zustände eines und desselben Eindrucks, der im Verlöschen begriffen ist, anwenden. Im ersten Moment wird die Abnahme sehr rasch seyn, weil der Eindruck noch sehr stark ist; allein so wie er an Kraft verliert, wird auch die Abnahme verlangsamen. Dasselbe geschieht auch beim Erkalten der Körper, und wird, wie ich hoffe, für die Lichteindrücke vollends durch die nachstehenden Versuche außer Zweifel gesetzt.

Man theile zwei Scheiben *A* und *B* (Fig. 13. Taf. III.) in abwechselnd weisse und schwarze Sectore, und gebe den weissen Sektoren auf beiden Scheiben eine gleiche Breite, bringe sie aber in ungleicher Zahl an, so daß die schwarzen Zwischenräume auf der einen Scheibe breiter als auf der andern sind. Man lasse nun die beiden Kreise genau mit der Geschwindigkeit drehen, welche zur Hervorbringung eines gleichförmigen Farbentons erforderlich ist, wo dann, wie man sich erinnern wird, die Dauer des Vorübergangs eines Sectors gleich ist der Zeit, während welcher der Eindruck sich ohne merklichen Verlust erhält. Da die schwarzen Sectore auf der Scheibe *A* breiter sind als auf der Scheibe *B*, so wird die Geschwindigkeit der ersteren gröfser als die der letzteren seyn müssen, damit die Schnelligkeit des Vorübergangs der Sectore die Breite derselben compensire; und dieß bestätigt auch die Erfahrung. Wenn aber die Scheibe *A* sich schneller als die Scheibe *B* dreht, so erzeugen die weissen Sectore der ersten einen unvollkommneren und folglich schwächeren Eindruck im Auge als die zweiten, und dieß zeigt die Erfahrung dadurch, daß der gleichförmige Farbenton der Scheibe *A* viel dunkler ist als der der Scheibe *B*. Man sieht, daß wir uns durch dieses einfache Mittel zwei Eindrücke von gleicher Natur, d. h. aus gleicher Farbe entspringend, verschafft haben, die nur an Stärke verschieden sind, und an denen wir die Geschwin-

digkeit der Abnahme vergleichen können. Finden wir nun diese Geschwindigkeit ungleich, nämlich kleiner bei dem schwächeren Eindruck, so müssen wir daraus schliessen, daß ein und derselbe Eindruck rascher oder langsamer abnimmt, als er mehr oder weniger stark ist, und daß folglich, beim Erlöschen eines Eindrucks, der Gang der Abnahme sich verzögert, in dem Maasse als der Eindruck seinem Ende nahe kommt.

Um die Geschwindigkeiten der Abnahme zu vergleichen, braucht man nur für jede unserer Scheiben die Zeit zu suchen, während welcher der Eindruck ohne merklichen Verlust bestanden hat, d. h. die Dauer des Vorübergangs eines Sectors (die Rechnung bietet keine Schwierigkeit dar, weil man die Breite der Sectors und die Dauer eines ganzen Umlaufs kennt). Ich habe diese Zeit in einigen Fällen bestimmt, und beständig gefunden, daß dem Kreise, welcher den schwächeren Eindruck hervorbringt, eine längere Zeit, d. h. eine geringere Geschwindigkeit, der Abnahme entspricht. Wenn z. B. die schwarzen Sectors der Scheibe *A*, wie in der Figur 13., vier Mal so groß wie die der Scheibe *B* sind, so verhält sich die Zeit, während welcher der Eindruck ohne merklichen Verlust andauert, bei der Scheibe *A* zu der bei der Scheibe *B* wie 1 zu 0,76.

Bei nachfolgendem Versuch ist das Resultat noch auffallender. Man theile zwei Scheiben *A* und *B* (Fig. 14. Taf. III.) in schwarze und weiße Sectors, und zwar jede Scheibe in eine gleiche Anzahl, gebe aber auf einer Scheibe den weißen Sectors gegen die schwarzen, und auf der andern Scheibe den schwarzen Sectors gegen die weißen eine geringere Breite. Man drehe nun nach einander beide Scheiben genau mit der Geschwindigkeit, welche zur Hervorbringung eines gleichförmigen Farbentons erforderlich ist, und messe in beiden Fällen die Dauer eines Umlaufs. Wir werden diese Zeiten stets einander

gleich finden, wie ungleich auch die Breite der schwarzen und weissen Sectore ist.

Diese Thatsache liefert, wie mir scheint, einen recht überzeugenden Beweis von der Wahrheit des für die Abnahme der Eindrücke gefundenen Gesetzes. Denn erstlich folgt aus der Gleichheit der Geschwindigkeit beider Scheiben, daß die weissen Sectoren von *A*, welche viel schmaler als die von *B* sind, einen weit schwächeren Eindruck als diese hervorbringen, und dieß beweist auch der gleichförmige Farbenton, welcher bei der Scheibe *A* viel dunkler als bei der andern ist. Wir haben hier also zwei Eindrücke von gleicher Natur, aber ungleicher Stärke, deren Abnahme wir vergleichen können. Aus der Gleichheit der Geschwindigkeit beider Scheiben folgt ferner, daß die schwarzen Sectoren von *A*, da sie breiter sind als die von *B*, eine längere Zeit als diese zu ihrem Vorübergehe vor dem Auge gebrauchen, und daraus ergibt sich nothwendig, daß die Zeit, während welcher der Eindruck sich ohne merklichen Verlust erhält, bei der Scheibe *A* länger ist als bei der Scheibe *B*, oder, mit andern Worten, daß ein schwacher Eindruck langsamer abnimmt als ein starker. Daraus folgt endlich unser Abnahmegesetz.

Durch Vervielfältigung solcher Versuche wird es wahrscheinlich gelingen, das Gesetz, nach dem die Eindrücke erlöschen, genau durch den Calcul zu bestimmen, und vielleicht findet man auch eine neue und strengere Methode zur Messung ihrer Gesamtdauer auf.

Wahrscheinlich gilt dieses Gesetz auch für die Eindrücke auf die übrigen Sinne, welche, wie alles glauben läßt, ebenfalls eine wahrnehmbare Dauer besitzen. So nimmt man an, daß ein Ton aus einer Reihe zu dicht auf einander folgender Schläge bestehe, als daß das Ohr die Zwischenzeiten unterscheiden könne, was mit andern Worten so viel sagen will, als ein jeder Stofs mache auf das Organ einen Eindruck, welcher bis zu dem, den der fol-

gende Stofs erzeugt, ohne merkliche Abnahme anhält; und daraus folgt offenbar, dafs die Eindrücke auf das Ohr, gleich wie die auf das Auge, länger dauern als die Ursache, welche dieselben erzeugt hat. Und wenn man erwägt, dafs der ganze Unterschied zwischen hohen und tiefen Tönen aus der gröfseren oder geringeren Geschwindigkeit entspringt, mit der die einzelnen Eindrücke, deren Gesamtheit den Ton ausmacht, einander folgen, so ergibt sich daraus, dafs diese Eindrücke hinsichtlich ihrer Dauer besondere Eigenschaften besitzen müssen, deren Studium zu sonderbaren Resultaten führen könne *). Kehren wir indess zu unserm Gegenstand zurück.

Um diese Arbeit über die Gesichtseindrücke in Bezug auf deren Dauer zu vervollständigen, mufs noch die Zeit bestimmt werden, welche zur vollen Hervorbringung eines Eindrucks erforderlich ist. Es mufs auch durch positivere Versuche festgestellt werden, dafs, je kräftiger ein Eindruck, desto gröfser auch die gesammte Dauer desselben ist. Endlich mufs man auch diese Dauer für eine grofse Zahl von Fällen messen, z. B. bei Farben, die von Sonnenlicht erleuchtet werden, bei selbstleuchtenden Körpern, z. B. bei glühender Kohle, verschiedenartigen Flammen u. s. w. Ich habe mich bisher mit diesen Untersuchungen nicht beschäftigen können.

Es bleibt mir noch übrig von den Fällen zu sprechen, in welchen sich die Wirkungen der Dauer der Lichteindrücke am häufigsten beobachten lassen, so wie von einigen recht sonderbaren Anwendungen, die man von ihnen gemacht hat.

[Der Verfasser stellt nun die Resultate seiner bisher mitgetheilten Untersuchungen nochmals zusammen und zählt dann einige der gewöhnlichsten optischen Täuschungen auf, worunter er auch des *Thaumatrops* erwähnt, von dem man bei Gelegenheit der Beschreibung des eben-

*) Von denen der vorhergehende Aufsatz bereits einige kennen gelehrt hat.

falls auf Augentäuschung beruhenden *Kaleidophons*, im Bd. 85. S. 480. dieser Annalen eine kurze Nachricht findet. Der Raumersparung wegen habe ich geglaubt diese Sätze fortlassen zu dürfen. P.]

In den *Philosophical Transactions* f. 1825 hat Hr. Roget eine sehr sonderbare optische Täuschung beschrieben, und erklärt *), welche in Folgendem besteht. Betrachtet man durch eine Reihe verticaler Oeffnungen, z. B. durch die Zwischenräume eines Gitters, das Rad eines auf dem Boden mit großer Geschwindigkeit dahinrollenden Wagens, so unterscheidet man nicht mehr die sich drehenden Speichen, sondern statt deren unbewegliche Curven auf der Fläche des Rades. Die Form dieser Curven sieht man in Fig. 15. Taf. III. Am günstigsten sind die Umstände, wenn das Rad stark beleuchtet ist, das Gitter aber dunkel bleibt.

Hrn. Roget's Erklärung von dieser Erscheinung ist nun folgende. Zuvörderst kann man annehmen, daß die Stäbe des Gitters horizontal fortbewegt werden, und daß das Rad sich um eine feste Axe drehe; die Resultate werden dadurch offenbar nicht geändert. Dann braucht man, der größeren Einfachheit wegen, nur *eine* Speiche und *eine* Oeffnung zu betrachten. Diese beiden Linien, von denen die eine sich um einen festen Punkt dreht, und die andere parallel mit sich selbst vorrückt, werden sich dem Anschein nach in einer Reihe von Punkten schneiden, deren Gesamtheit eine bestimmte Curve bildet. Wenn nun die Speiche stark beleuchtet und die Oeffnung in einer dunkeln Fläche ausgeschnitten ist, so wird jeder Durchschnittpunkt ein helles Bild auf der Netzhaut erzeugen, und die Folge dieser Bilder muß den Anblick einer zusammenhängenden Curve gewähren, weil der Eindruck von dem ersten Bilde noch da ist, wenn der vom zweiten erzeugt wird. Die Gestalt der Curve wird von der

*) Eine Uebersetzung dieses Aufsatzes findet man in dies. Annal. Bd. 81. S. 93. P.

ursprünglichen Lage der Speiche und der Oeffnung abhängen, und deshalb werden, wenn mehrere Speichen und mehrere Oeffnungen da sind, gleichzeitig auch mehrere Curven gebildet. Sind die beiden Bewegungen gleichförmig, so müssen allemal, wenn die Speichen und Oeffnungen in dieselben relativen Lagen zurückkehren, sich auch dieselben Erscheinungen wiederholen; daher die Unbeweglichkeit dieser Curven. Es ist übrigens leicht, diese Curven geometrisch zu construiren und die Gleichungen für dieselben aufzusuchen; beides ist auch von Hrn. Roget geschehen.

Gehen wir jetzt zu einer anderen Täuschung über, die zwar gleicher Art, aber von weit allgemeineren Wirkungen ist. Ich hatte beobachtet, dafs wenn man ein, senkrecht auf seiner Ebene mit Zähnen versehenes Rad in schnelle Drehung versetzte, und das Auge in einiger Entfernung davon in die Ebene dieses Rades stellte, so dafs die Zähne der einen Hälfte durch die der anderen verdeckt wurden, man alsdann eine Reihe ganz unbeweglicher Zähne erblickte; ferner, dafs, wenn sich zwei Räder hinter einander mit beträchtlicher Geschwindigkeit, aber in entgegengesetzter Richtung um eine und dieselbe Axe drehten, es schiene, als sähe man ein Rad mit unbeweglichen Speichen; endlich, dafs das feststehende Bild aus Curven bestand, wenn die Räder sich um zwei verschiedene Axen drehten. Ich hatte diesen sonderbaren Erscheinungen wenig Aufmerksamkeit geschenkt; nachdem ich aber den Aufsatz des Hrn. Roget gelesen, wurde ich von ihrer Analogie mit den von diesem Physiker beobachteten so überrascht, dafs ich beschlofs sie näher zu untersuchen. Dadurch gelangte ich dann zum folgenden Resultate.

Denkt man sich zwei helle Curven in zwei parallelen Ebenen befindlich, und eine jede derselben mit einer beträchtlichen und gleichförmigen Geschwindigkeit um eine auf ihrer Ebene senkrecht stehende Axe gedreht, und

und zwar so, daß die Geschwindigkeit der einen ein genaues Multiplum von der der andern ist, so wird das Auge, welches sich vor dem Systeme befindet, in der Mitte des Schleiers, welcher gewissermaßen durch die Bewegung beider Linien gebildet wird, das unbewegliche Bild einer dritten Curve erblicken, die dunkler ist als der Grund, auf welchem sie erscheint.

Dieses krummlinige Spectrum ist der Ort der scheinbaren Durchschnittspunkte der in Bewegung befindlichen Curven.

Die beweglichen Curven können aus dickem, weißem Papier geschnitten seyn, und hinter dem ganzen System kann ein Stück geschwärzter Pappe aufgestellt werden.

Auf diese Weise kann man für das Auge die aller-verschiedenartigsten Curven hervorbringen, deren Entstehung sich folgendermaßen erklärt. Es seyen AB und AB' (Fig. 16. Taf. III.) zwei successive Lagen der ersten Curve, CD und CD' zwei successive Lagen der zweiten, so daß wenn beide Curven von ihren ersten Lagen ausgehen, sie gleichzeitig in ihren zweiten Lagen ankommen; endlich sey mnr die Linie der scheinbaren Durchschnittspunkte beider Curven auf dieser Bahn.

Da die beiden hellen Curven sich längs der ganzen Linie mnr schneiden, so kann ein jeder Punkt dieser Linie nur den Eindruck von der Curve, die dem Beobachter am nächsten liegt, in's Auge senden, während alle übrigen Punkte des krummlinigen Vierseits $mpnq$, da in ihnen die beiden beweglichen Linien nur nach einander anlangen, zwei successive Eindrücke in's Auge senden. Die Linie mnr , so wie die ganze Folge der Durchschnittspunkte, muß demnach weniger hell als das ganze übrige Vierseit erscheinen. Da nun die Geschwindigkeit der einen Curve ein Multiplum von der der andern ist, so werden beide, nachdem die Curve mit geringerer Geschwindigkeit einen Umlauf gemacht hat, in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren, und die Erscheinung wird sich

wiederholen. Es muß also daraus ein festes Bild entstehen, welches so lange verweilt als die Bewegung der beiden Curven dauert. Uebrigens muß diese Bewegung, wie einzusehen, so rasch seyn, daß das Auge die sich drehenden Curven nicht unterscheiden kann.

Es folgt aus dieser Erklärung, daß diese Erscheinung sich noch erzeugen wird, wenn die vordere Curve, statt hell zu seyn, schwarz ist; denn diese schwarze Curve wird an allen Punkten der Durchschnittslinie das von der hellen Curve herkommende Licht auffangen, während alle übrigen Punkte die von letzterer Curve erzeugten Eindrücke in's Auge senden. Diefs wird auch von der Erfahrung vollkommen bestätigt; die festen Curven sind sogar deutlicher auf diesem Wege als auf dem ersten.

Die vordere Curve kann auch in einer schwarzen Fläche ausgeschnitten seyn, und wenn dann die hintere Curve beleuchtet ist, erscheint das feste Bild heller als der Grund, auf welchem es sich zeigt. Die Erscheinung muß auf gleiche Weise wie die von Hrn. Roget beschriebene erklärt werden.

Wenn die Geschwindigkeit der einen Curve kein genaues Multiplum von der der andern ist, so kommen die beiden Curven, nachdem die langsamere einen Umlauf gemacht hat, nicht wieder in ihre ursprünglichen Lagen zurück, und da sich dadurch nach jedem dieser Umläufe eine neue Curve erzeugt, so sieht das Auge nicht das Bild einer festen Linie, sondern eine rasche Folge verschiedener Linien. Wenn indess die größere Geschwindigkeit nur sehr wenig von einem Multiplum der kleineren abweicht, so wird der Unterschied zwischen zwei einander folgenden Bildern sehr unbedeutend seyn, und das Auge nicht mehr eins von dem andern unterscheiden können; das Spectrum wird dann nach und nach seine Gestalt ändern, und in alle die Formen übergehen, welche aus einer Verschiedenheit der ursprünglichen Lagen entspringen können. Es ist keine der uninteressantesten

Eigenthümlichkeiten der Erscheinung, daß wir hiedurch Uebergänge von Curven erhalten, die oft keine Aehnlichkeit mit einander haben; Uebergänge, die man nach Belieben verlangsamen kann, sobald die Einrichtung des Instruments es erlaubt, das Verhältniß der Geschwindigkeiten um sehr kleine Unterschiede abzuändern *).

Kennt man die beweglichen Curven, das Verhältniß ihrer Geschwindigkeiten, die Richtung einer jeden derselben, den scheinbaren Abstand der Bewegungsmittelpunkte, und die ursprünglichen Lagen der Curven, so ist die feste Curve völlig bestimmt und die Gleichung für dieselbe leicht aufzufinden. Es würde mich zu weit vom Gegenstande abführen, wenn ich hier den deshalb zu befolgenden Gang angeben wollte; ich werde daher nur beispielweise einige bekannte Curven aufführen, welche aus der Bewegung zweier durch ihre Drehpunkte gehenden Geraden entstehen.

1) Wenn die Geschwindigkeiten gleiche Richtung haben und im Verhältnisse 1:2 stehen, so ist die feste Curve eine Focale, welche ihren Scheitel im Drehpunkte der schnelleren Linie, und ihren Vielfachspunkt im Drehpunkt der andern hat. Diese Focale wird ein Kreis, durchzogen von einer geraden Linie, sobald die beiden beweglichen Geraden in ihren ursprünglichen Lagen einander decken.

2) Sind die Geschwindigkeiten gleich und von gleicher Richtung, so ist die feste Curve ein Kreis, der durch die beiden Drehpunkte geht.

3) Sind die Geschwindigkeiten gleich, aber von ungleicher Richtung, so ist das feste Bild eine Hyperbel, welche durch die beiden Drehpunkte geht.

*) Dies geschieht leicht, wenn man die Curven durch Rollen in Bewegung setzt, deren Durchmesser man um eine kleine Größe ändern kann, wenn man die Spannung der Schnur etwas ändert. Das Verhältniß der Geschwindigkeiten kann dadurch so wenig wie man will vergrößert oder verringert werden.

Man kann das feste Bild und eine der beweglichen Curven als gegeben annehmen; in welchem Falle man dann durch eine sehr einfache geometrische Construction die andere findet. Nichts hindert uns aber als feststehendes Bild irgend eine Figur zu nehmen, z. B. den Kopf eines Menschen, ein Wort u. s. w.; alsdann erhält man durch die besagte Construction eine umgestaltete Figur, die, wenn sie gleichzeitig mit der gegebenen Curve umgedreht wird, ein vollkommen regelmäßiges Bild hervorbringt.

Hier hat man demnach eine Art ganz neuer Anamorphosen. Wenn diese vollständig gelingen sollen, muß die mißgestaltete Figur schwarz seyn und sich vor einer weißen Curve drehen, oder, wenn man sie weiß nehmen will, muß die letztere in einer schwarzen Fläche ausgeschnitten seyn. Im ersten Falle erhält man das regelmäßige Bild schwarz auf einem weißlichen Grunde, im letzteren weißlich auf einem schwarzen Grunde.

Hier schließt sich meine Untersuchung über die Dauer der Eindrücke. Es bleibt mir jetzt noch übrig diese letzteren unter dem zweifachen Gesichtspunkt ihrer Stärke und ihrer Wirkung auf einander zu untersuchen.

Um die Eindrücke der verschiedenen Farben in Bezug auf ihre Stärke zu vergleichen, stellte ich folgende Betrachtungen an. Wenn ich eine Kreisscheibe in verschiedenartig gefärbte Sectore, z. B. in blaue und rothe, theile, und dieselbe in eine so schnelle Drehung versetze, daß ein gleichförmiger Farbenton erscheint, so wird dieser desto mehr gegen eine der angewandten Farben hinneigen, als deren Eindruck stärker und die mit ihr bemalten Sectore breiter gegen die anderen sind. Wenn ich demnach das Breitenverhältniß der Sectore so abändere, daß ich einen gleichförmigen Farbenton bekomme, der das Mittel zwischen beiden Farben hält, so ist klar,

dafs alsdann die schmälern Sactore derjenigen Farbe entsprechen, welche den stärksten Eindruck hervorbringt. Haben wir z. B. Blau und Roth angewandt, und sind wir, um ein möglichst reines Violett zu erhalten, gezwungen gewesen, die blauen Sactore breiter als die rothen zu machen, so folgt offenbar daraus, dafs das Blau, damit es in der Empfindung des Violetten eben so stark als das Rothe auf das Auge wirke, eine längere Zeit vor dem Auge vorübergehen mufs.

Es scheint zuvörderst, dafs man, um das Breitenverhältnifs zwischen den Sactoren der beiden gegebenen Farben zu erhalten, nur die Methode anzuwenden brauche, welche Newton zur Bestimmung des Farbentons erdacht hat, der aus einem Gemenge der prismatischen Farben in gegebenen Verhältnissen entspringt (*Optic, Lib. I. part. II. propos. 6.*). Allein abgesehen davon, dafs Newton selbst dieselbe nicht für mathematisch richtig hält, ist leicht einzusehen, dafs sie, bei Anwendung von nur zwei Farben, zu sehr von der Wahrheit abweichenden Resultaten führt. Ich habe daher meine Zuflucht zu der Erfahrung genommen, mufs aber, bevor ich die Resultate aus einander setze, noch die folgenden Bemerkungen voranschicken.

1) Diese Resultate dürfen nicht so betrachtet werden, als gäben sie uns das Verhältnifs der Stärke zwischen den Eindrücken; sie lehren uns nur, dafs diese Farbe einen stärkeren Eindruck als jene mache.

2) der Stärkegrad der Farben hat hier einen sehr grossen Einfluss. Wenn also Einer diese Versuche wiederholen wollte, würde er nur dann dieselben Breitenverhältnisse erhalten, wenn er genau eben so dunkle Farben wie ich anwendete. Ich habe mich übrigens hier, wie bei meinen Versuchen über die Dauer der Eindrücke, sehr intensiver Farben bedient, damit der Unterschied zwischen den Wirkungen der verschiedenen Farben möglichst in die Augen springend sey.

Jetzt zu meinen Resultaten: und es wurde als

1) Eine Kreisscheibe, getheilt in blaue und gelbe Sectore, gab mir einen Farbenton, der zu keiner dieser Farben vorwaltend hinneigte, sobald die blauen Sectore beinahe vier Mal so breit als die gelben waren.

2) Ein prächtiges Violett bekam ich, als ich Blau und Roth beinahe in demselben Verhältniss anwandte, d. h. das Blau vier Mal breiter als das Roth nahm.

3) Endlich gaben Roth und Gelb sehr nahe in dem Verhältniss fünf zu drei, ein Orange, welches genau in der Mitte zu liegen schien.

Diese Resultate machen es, wie man sieht, sehr wahrscheinlich, erstlich, daß der Eindruck des Blauen schwächer als der des Gelben und Rothen ist; und zweitens, daß der Eindruck des Rothen dem des Gelben nachsteht. Da es nun überdies erwiesen ist, daß das Weiss einen stärkeren Eindruck als alle andere Farben macht, so folgt, daß die Hauptfarben, was die Stärke ihrer Eindrücke betrifft, in nachstehende Reihe zu bringen sind: Weiss, Gelb, Roth, Blau; eine Reihe, welche mit der zusammenfällt, welche wir, aus andern Beobachtungen abgeleitet, schon S. 309 aufstellten.

Die Stelle, welche das Roth hier einnimmt, stimmt nicht mit der allgemein angenommenen Meinung, daß diese Farbe die Augen am meisten angreife; allein es bedarf, wie mir scheint, nur der Bemerkung, daß man die Ermüdung des Auges nicht nothwendig als abhängig von dem Stärkegrad der Empfindung betrachten dürfe: sind doch die stärksten Töne nicht immer die, welche das Ohr am meisten angreifen.

Die Ordnung, in welche hier die Farben gestellt sind, ist ausdrücklich von Newton angegeben (*Opt. Lib. I. pt. I. prop. 7.*); er führt keinen Versuch an, leitete aber ohne Zweifel die Stärke der Wirkungen der Farben aus dem Anblick des Sonnenspectrums ab. Man

sieht, und es werden sich noch neue Beweise dafür darbieten, daß seine Meinung vollkommen von der Erfahrung bestätigt wird.

Buffon, in seiner Abhandlung über die zufälligen Farben (*Mém. de l'Acad. des sciences* 1743), sagt, daß das bläuliche Bild, welches durch das Gelb in seinem Auge hervorgebracht werde, ihm schwieriger zu erlöschen scheine als das vom Roth erzeugte grüne Bild. *Dies scheint zu beweisen*, setzt er hinzu, *was Newton vermuthet hat, daß das Gelb von allen Farben die ist, welche unsere Augen am meisten angreift*. Er bemerkt überdies, daß die zufällige Farbe, welche vom Blau entsteht, bei weitem nicht so lange anhalte als die beiden vorhergenannten.

Endlich habe ich noch andere Versuche angestellt, welche, außer daß sie die vorhergehenden Resultate bestätigen, mir nicht ohne eigenthümliches Interesse zu seyn scheinen, und vielleicht sonstige Anwendungen finden können.

Ich versuchte, unter welchem Gesichtswinkel jede der vier Farben, Weiß, Gelb, Roth, Blau, aufhöre für meine Augen sichtbar zu seyn. Zu dem Ende bemalte ich kleine Papierscheiben von einem Centimeter mit den genannten Farben, befestigte sie an einer geschwärzten Tafel, die senkrecht im Freien aufgestellt war, und entfernte mich langsam so weit, bis der farbige Gegenstand mir nur als eine kleine, kaum wahrnehmbare Wolke mehr erschien, und einige Schritte weiter vollständig verschwand. Ich bezeichnete den Ort, wo ich mich alsdann befand, und maß hierauf die Entfernung desselben von dem Gegenstande. Durch Rechnung fand ich dann den Winkel zwischen den Gesichtsstrahlen, die von meinem Auge zu den beiden Enden des Durchmessers der Scheibe gingen.

Ich habe wohl nicht nöthig zu bemerken, daß, wenn eine Farbe unter einem kleineren Gesichtswinkel als eine andere sichtbar ist, oder, was dasselbe sagt, wenn ein

mit der ersteren Farbe bemalter Gegenstand in grösserer Entfernung als ein gleicher mit der anderen bemalter Gegenstand gesehen werden kann, dies davon abzuleiten ist, daß die Netzhaut stärker von der ersten als von der letzten Farbe angegriffen wird. Beiläufig bemerkt, haben diese Versuche den Vorzug, daß sie eine Vergleichung des Weissen mit den übrigen Farben gestatten. Die Resultate in zwei Fällen waren folgende:

Im Schatten. Im Sonnenschein.

Weiss	18"	12"
Gelb	19	13
Roth	31	23
Blau	42	26

Man sieht, daß die Farben auch hier die bereits gefundene Ordnung befolgen. Das Weiss ist unter dem kleinsten Gesichtswinkel sichtbar, d. h. wirkt am mächtigsten auf die Netzhaut; dann kommt das Gelb, darauf das Roth und endlich das Blau. Man sieht auch, was man erwarten konnte, daß die Gesichtswinkel im Sonnenschein kleiner als im Schatten sind.

Die bisher aus einander gesetzten Resultate, verbunden mit den übrigen vorhin beigebrachten Beweisen, stellen die Ordnung der vier Hauptfarben, was die Stärke ihrer Wirkung auf die Netzhaut betrifft, auf eine, wie mir scheint, unzweifelhafte Weise fest. Ich bedaure nur, bis jetzt nicht auch die übrigen Farben des Sonnenspektrums denselben Proben haben unterwerfen zu können.

Gehen wir jetzt zur gegenseitigen Wirkung der Eindrücke über. Wie bekannt, brachte Newton Weiss hervor, indem er die Eindrücke der verschiedenen Farben, welche das Prisma liefert, schnell auf einander folgen liess (*Opt. libr. 1. part. 2. prop. 5.*); man weiss aber auch, daß das Weiss, welches man beim schnellen

Rotiren einer mit den sieben Farben des Sonnenspectrums bemalten Scheibe erhält, sehr unvollkommen, d. h. immer mehr oder weniger grau ist.

Zu diesen bekannten Thatsachen werde ich eine Reihe von Beobachtungen hinzufügen, welche ich bei Gelegenheit meiner Versuche über die relative Stärke der Eindrücke gemacht habe, und welche mir nicht ohne Interesse scheint. Man wird sehen, daß die Wirkung der Eindrücke auf einander einige ziemlich sonderbare Erscheinungen hervorbringt, ganz andere, als man scheint erwarten zu dürfen.

Versetzt man eine Scheibe, die in Sectore von zwei verschiedenen Farben getheilt ist, in eine Drehung, die noch nicht so groß ist, um einen gleichförmigen Farbenton hervorzubringen, so gewahrt man bald, inmitten des aus der Folge der Eindrücke entstehenden Flimmerns, sehr lebhaft Farben, die verschieden sind von den auf der Scheibe befindlichen Farben und von deren Mischung. Sind z. B. Gelb und Blau die in Bewegung gesetzten Farben, so unterscheidet man sehr hervortretende Nüancen von lebhaftem Weiß und von Orange; sind es dagegen Gelb und Roth, so ist die fremde Nüance ein sehr schönes Grün. Zum völligen Gelingen dieser Versuche sind mehrere Umstände erforderlich. Erstlich ist die Geschwindigkeit nicht gleichgültig; man erhält die zweckmäßigste, wenn man sie anfangs sehr klein nimmt, und dann stufenweise vergrößert. Dann muß das Auge sich vor dem Mittelpunkt der Scheibe befinden. Endlich müssen die Farben mehr oder weniger gesättigt seyn, je nach dem fremden Farbenton, welchen man hervorbringen will. Sollen z. B. Blau und Gelb ein schönes Weiß geben, muß das Blau sehr intensiv seyn, und die Breite der mit ihm bemalten Sectore 5 bis 6 Mal größer als die der gelben Sectore; sollen sie dagegen ein schönes Orange geben, muß das Gelb intensiver und das Blau ein wenig blaß seyn. Gelb und Roth geben nur dann eine schöne grüne Farbe,

wenn sie beide intensiv sind u. s. w. Das sonderbarste bei diesen Erscheinungen ist aber die Entstehung des Weissen; denn dieses Weiss ähnelt durchaus nicht dem graulichen Weiss, welches man durch schnelle Umdrehung einer mit den sieben Hauptfarben bemalten Scheibe bekommt; es ist vielmehr sehr lebhaft.

Um die genannten Erscheinungen hervorzurufen, haben wir unseren Scheiben nur eine geringe Geschwindigkeit gegeben; drehen wir sie jetzt so rasch, daß sie einen gleichförmigen Farbenton liefern. Nun zeigt sich eine andere Thatsache, nämlich die, daß die hiedurch bewirkte Combination der Eindrücke beider Farben bei weiten nicht immer denselben Farbenton hervorbringt, wie das materielle Gemenge der beiden angewandten Farben. Macht man in zweckmässigem Verhältniß ein Gemenge von Gummigutt und Berlinerblau, und bemalt damit ein weisses Papier, so bekommt man ein schönes Grün. Theilt man aber eine Scheibe in Sectore, und bemalt die einen mit Gummigutt, die anderen mit Berlinerblau, trägt beide Farben recht stark auf, und giebt den Sektoren ein solches Breitenverhältniß, daß in der resultirenden Farbe weder das Blau noch das Gelb vorherrschen würde, so wird die gleichförmige Farbe, welche bei schneller Umdrehung der Scheibe entsteht, vollkommen grau seyn, ohne den mindesten Stich in's Grüne. Nur bei Anwendung eines blassen Blauen gelingt es, diesem Grau einen schwachen Stich in's Grüne zu geben, und ohne Zweifel ist es ein solches Blau gewesen, dessen sich d'Arcy bediente, als er suchte, was das Resultat der Umdrehung einer gelb und blau bemalten Scheibe seyn würde; denn er behauptet Grün bekommen zu haben. Die Combination der Eindrücke des Gelben und Rothen, oder des Rothen und Blauen bietet keine analogen Erscheinungen dar, d. h. sie giebt beinahe dieselbe Farbe wie das materielle Gemenge der beiden Pigmente. So erhält man im ersten Fall Orange, und im zweiten Violett, und dieß letztere ist

sogar lebhafter als das, welches ein mit dem Gemenge von Roth und Blau bemaltes Papier darbietet.

Als ich suchte, welchen Einfluss der Grad der Dunkelheit einer Farbe auf die Stärke des von ihr gemachten Eindrucks haben könnte, wurde ich zu der Beobachtung einer dritten Thatsache geführt, zu der, dass es für die meisten Farben eine gewisse Abstufung zwischen dem Dunklen und Blassen giebt, bei welcher sie, in dem Gemenge von Eindrücken, das Maximum des Einflusses ausüben. Gesetzt man habe eine Scheibe in rothe und blaue Sectore getheilt, auf die Weise, wie es Fig. 17. Taf. III. zeigt, d. h. den rothen Sectoren eine gleichförmige Farbe gegeben, den blauen aber eine von dem Mittelpunkt aus gegen den Umfang hin stufenweise immer dunkler werdende *). Wenn man diese Scheibe mit einer hinreichenden Schnelligkeit dreht, erblickt das Auge nur concentrische violette Zonen; allein von der Mitte aus sieht man den Einfluss des Blau immer gröfser und gröfser werden, bis zu einer gewissen Zone, von welcher ab derselbe wieder nach dem Umfang hin abnimmt. Wenn demnach diese mittlere Zone ein reines Violett darbietet, zeigen alle übrigen, sowohl nach der Mitte, wie nach dem Umfange hin, ein sich immer mehr und mehr in's Rothe ziehende Violett. Die blaue Farbe, welche dieser mittleren Zone entspricht, erzeugt also einen Eindruck, welcher, bei seiner Combination mit dem des Rothen, einen gröfseren Einfluss hat als die bläueren oder dunkleren Farben. Sonderbar ist es, dass gerade dies Blau zu den blassen gehört; es ist die Farbe des Himmels an seinen dunkelsten Stellen.

Das Roth zeigt eine durchaus ähnliche Erscheinung, und seine *Maximum-Tinte* ist verhältnismäfsig eben so blafs wie die des Blau. Das Gelb scheint eine Ausnahme

*) Die Querlinien in den blauen Sectoren der genannten Figur scheiden die verschiedenen Abstufungen des Blau's, welche durch die Buchstaben *a, b, c, d, f, g* bezeichnet sind; *a* ist das blässeste, *g* das dunkelste Blau.

zu machen; es wirkt um so stärker auf die anderen Eindrücke als es intensiver ist.

Ich habe nur das Gelb, Roth und Blau diesen Versuchen unterworfen; es ist aber wahrscheinlich, daß alle übrigen Farben, die aus der Vermengung dieser entstehen können, analoge Resultate geben. Auch glaube ich, daß das Grün eine *Maximum-Tinte* habe, da man es aus Gelb und Blau zusammensetzen kann, und das Blau eine solche Tinte besitzt.

Sobald eine Farbe ihre *Maximum-Tinte* in Bezug auf eine andere Farbe erreicht hat, so behält diese Farbe das Maximum ihres Einflusses, wie dunkel auch die andere Farbe sey; wenigstens hat mir dieses die geringe Zahl von Versuchen gezeigt, die ich hierüber angestellt habe. So behält dasjenige Blau, welches das Maximum in Bezug auf ein gewisses Roth besitzt, dieses Uebergewicht gegen jedes dunklere oder hellere Roth. Dieß ist leicht nachzuweisen, wenn man, für jedes Farbenpaar, mehrere Scheiben auf ähnliche Weise wie Fig. 17. bemalt, jedoch so, daß man die abgestuften Sektoren auf allen Scheiben einander völlig gleich macht, die Sektoren aber, welche, wie in der erwähnten Figur die rothen, einen gleichförmigen Farbenton erhalten, auf jeder Scheibe hinsichtlich der Intensität der Farbe verschieden. Setzt man diese Scheiben in Bewegung, so sieht man, daß die Zone, welche dem Maximum entspricht, auf jeder Scheibe denselben Platz einnimmt.

Endlich hätte ich noch zu untersuchen, ob die *Maximum-Tinte* einer Farbe in Bezug auf eine andere immer dieselbe bleibe, von welcher Natur auch letztere sey, z. B., ob die Tinte des Rothens, welche das Maximum gegen das Blau besitzt, auch gegen das Gelb, Grün u. s. w. am kräftigsten wirke. Soviel kann ich wenigstens sagen, daß das Blau diese Eigenschaft gegen das Roth und gegen das Gelb besitzt.

X. *Ueber das Nordlicht vom 19. und 20. December 1829; von H. W. Dove.*

Seitdem man durch Vergleichung der Höhenwinkel, unter welchen der Scheitel des Bogens des Nordlichts an verschiedenen Orten zu derselben Zeit am Himmel erscheint, die Entfernung dieses Meteors von der Oberfläche der Erde zu bestimmen gesucht hat, ist die Ansicht, daß es, obgleich der Atmosphäre angehörig, wie Biot durch die Bemerkung bewiesen hat, daß es an der Axendrehung der Erde Theil nimmt, doch vorzugsweise in den höchsten Regionen derselben sich bilde, ziemlich allgemein angenommen worden. Cavendish Bestimmung der Höhe eines im Jahr 1790 in England gesehenen Bogens gab eine Entfernung von 50 bis 70 geographische Meilen, und noch kürzlich hat Dalton *) zu beweisen gesucht, daß das am 29. März 1826 in England beobachtete wenigstens 100 Meilen in senkrechtem Abstand entfernt gewesen sey. Bei dem allgemeinen Interesse, welches die magnetischen Erscheinungen der Erde jetzt gefunden haben, muß jeder neue Gesichtspunkt willkommen seyn, unter welchem eine der verwickelsten derselben betrachtet wird. Einen solchen hat über die Höhe und Natur des Nordlichts Farquharson in zwei in den *Philosophical Transactions* von 1829 **) und 1830 ***) befindlichen Abhandlungen geltend gemacht, von welchen

*) *On the height of the Aurora borealis above the surface of the earth, particularly one seen on the 29th of March 1826* Ph. Tr. 1828, p. 291.

**) *On a definite arrangement and order of the appearance and progress of the Aurora borealis; and on its height above the surface of the earth.* *ibid.* 1829, p. 103

***) *Experiments on the influence of the Aurora borealis on the magnetic needle.* *ibid.* 1830, p. 97

die letztere Beobachtungen über den Einfluss des Nordlichts auf die Magnetnadel enthält, welche sich unmittelbar an die durch Hrn. v. Humboldt in Deutschland und Rußland veranlaßten gleichzeitigen Beobachtungen anschließen, deren Resultate im 7. Hefte dieses Jahrganges der Annalen mitgetheilt worden sind.

Unter den Tagen, an welchen Störungen der regelmäßigen täglichen Veränderung der magnetischen Abweichung sich zeigten, waren die Beobachtungen am 19. und 20. Decemb. 1829 die auffallendsten. Das fortwährende Hin- und Herschwanken der Nadel bildete einen so bestimmten Gegensatz zu den ruhigen Bewegungen derselben im October, daß diese Tage die geeignetsten schienen, durch graphische Nebeneinanderstellung den Unterschied zwischen Störung und regelmäßiger Bewegung anschaulich zu machen. An keinem der Beobachtungsorte war ein Nordlicht bemerkt worden, und es blieb daher unentschieden, ob der fast überall bedeckte Himmel es wahrzunehmen verhindert habe, oder ob die sich plötzlich über Europa verbreitende Kälte mit den Bewegungen der Nadel zusammenhinge.

Dieser Zweifel ist nun in sofern beseitigt, daß wenn auch der Zusammenhang jener Witterungserscheinungen mit den Bewegungen der Nadel dadurch nicht widerlegt wird, doch die in Berlin, Freiberg, Petersburg, Casan, Nicolajew wahrgenommenen plötzlichen Aenderungen der Abweichung zugleich als leuchtendes Phänomen, als Nordlicht sich in Alford in Aberdeenshire unter $57^{\circ} 15'$ N.Br. äußerten. Ich entlehne aus dem Beobachtungsjournale folgende Notiz.

»19. Dec. $10\frac{1}{2}$ Uhr Abends. Bar. 29,7, Therm. 30. Um halb zwölf klärte sich ein schwerer niedriger Nebel auf und liefs ein sehr glänzendes Nordlicht sehn. Ueber dichten Wolken im Nord ein Bogen glänzender Strahlenbüschel ungefähr 25° hoch, darüber ein breiter Streifen hellen Himmels von West nach Ost. Ueber mir lie-

fsen zerrissene Wolken theilweise einen kleinen Nordlichtsbogen von W. nach O. in der Ebene der magnetischen Neigung sehen, und einige von Nord her sich dem Zenith nähernde Strahlenbündel südlich; von diesen ein anderer von W. nach O. gehender Streifen hellen Himmels und neblig es Nordlicht über dichten Wolken am Südhorizont. Die Nadel auf der Stahlspitze, von welcher sie bei Intensitätsbestimmungen herabgenommen und an einem Seidenfaden aufgehängt wurde, zeigte 36' 20" O., bald nachher 33', von einem willkürlichen Anfangspunkte an gerechnet. Intensität 50 Schwingungen in 226", 25, Stand der Nadel nach der Beobachtung 14' O.

12 Uhr. Ein anderer Bogen kam in die Ebene der Neigung, der übrige Theil des Nordlichts zeigte ziemlich dieselben Erscheinungen wie vorher. Die Nadel zeigte 22' O., Intensität 50 Schwingungen in 225", 5, Thermometer 30°, nachher die Abweichung ungeändert. Anhaltend schwacher Westwind.

20. December. Von 8½ bis 11 Uhr Abends ein sehr glänzendes Nordlicht mit abwechselndem Dunkler- und Hellerwerden über einer dichten ruhig bleibenden Wolke, welche an die Gipfel der nördlichen Hügel sich anschloß. Das Nordlicht ging nie höher als 20°. Der übrige Himmel durchaus wolkenlos, anhaltender leiser West, Thermometer 25°, die Nadel nicht afficirt.

22. December. Ich habe diesen Tag von Hrn. James Paull, Prediger in *Tullynefsle*, erfahren, daß er am 20. December um 9¼ Uhr Abends das Nordlicht sehr glänzend nach dem Zenith sah, in seinem Hause 2 Meilen nördlich vom Ort.

Hrn. Paull's Beobachtung am Abend des 20. December, zusammengehalten mit der meinigen, scheint mir in mehrfacher Beziehung wichtig. Dasselbe Nordlicht, welches ich hier unter einem Winkel, der nie größer als 20° war, sah, erschien ihm in seiner Wohnung in *Tullynefsle* nahe dem Zenith. Nun ist diese aber ein

wenig östlich in gerader Entfernung 2 Meilen nördlich von dem Orte in einem schmalen Seitenthale, welches nördlich in eine Hügelreihe hineingeht, deren nächste Gipfel etwa in der Richtung vom magnetischen Nord 2 Meilen von hier entfernt sind. An diese Gipfel schlossen sich eben die Wolken an, auf deren Region sich den ganzen Abend das Nordlicht beschränkte. Eine über sie durch magnetisch Ost und West geführte Linie mag nahe über Hrn. Paull's Station gehn. Die Höhe dieses Nordlichts über derselben kann also an seinen oberen Grenzen nicht über 4000 Fufs betragen haben.

Bleibt noch ein Zweifel über die Höhe der Region, welche das Meteor einnimmt: diese Beobachtung ist entscheidend.«

Betrachten wir zunächst die Einwirkung des Nordlichts auf die Magnetnadel, so finden wir, dafs sie sich in Alford von $10\frac{1}{2}$ Uhr an zuerst westlich um 22° bewegt, und dann bis 12 Uhr 8' zurückgeht, also im Ganzen eine Bewegung nach West.

Um dieselbe Zeit (den Zeitunterschied zwischen Berlin und Alford zu einer Stunde angenommen) werden die Nadeln in Berlin, Freiberg und Petersburg auf das Heftigste bewegt. Schon von 5 Uhr Ab. an geht die Nadel in Berlin bis 1 Uhr Morg. ununterbrochen nach Ost, also entgegengesetzt der Bewegung in Alford, und zwar um $26' 7''$ im Bogen. Dabei sind die Schwingungen so stark, dafs um 6 Uhr und 12 Uhr kein Mittel daraus genommen werden konnte. In Freiberg finden wir eine ganz analoge Erscheinung; die durch einige rückgängige, in den kürzeren Zeitintervallen schärfer hervortretende Schwankungen unterbrochene Bewegung nach West beträgt hier $25' 29''$. Eben so entschieden östlich mit ähnlichen Schwankungen ist die Bewegung um dieselbe Zeit in Petersburg; zwischen 7 und 8 Uhr Berliner Zeit, zu welcher Stunde wegen der starken Oscillationen in Berlin nicht beobachtet werden konnte, betrug sie $36'' 22''$; innerhalb des betracht-

trachteten Zeitabschnittes aber 25' 30". Sehr auffallend contrastiren damit die sehr geringen Declinationsänderungen in Kasan und Nicolajew, in denen sich weder eine bestimmte Bewegung nach Ost noch nach West erkennen läßt. Nach jener größten östlichen Abweichung bewegen sich die Nadeln in Berlin, Freiberg und Petersburg noch rascher nach West zurück, und an dieser rückgängigen Bewegung nehmen die Nadeln von Kasan und Nicolajew ebenfalls Theil. Sie beträgt in ihrem Maximum bis 7 Uhr Morgens

in Petersburg	45' 45"
- Berlin	36 44
- Freiberg	34 47
- Kasan	19 5
- Nicolajew	14 24

Bei dem am 5. Mai in Petersburg beobachteten Nordlicht waren die gleichzeitigen Veränderungen innerhalb 4 Stunden

in Petersburg	19' 45"
- Kasan	16 58
- Nicolajew	11 52
- Freiberg	11 36

also in Kasan entschieden größer als in Nicolajew und Freiberg, am 19. December hingegen in Berlin und Freiberg viel bedeutender als in Kasan und Nicolajew.

Denken wir uns Petersburg als Mittelpunkt concentrischer Kreise, so wird der durch Kasan gehende kleiner seyn, als die durch Nicolajew und Freiberg gehenden, welche von Petersburg gleich weit entfernt sind.

Es scheint also hier, als wenn die Wirkung des Nordlichts auf die Nadel mit der Entfernung von dem Punkte, wo es beobachtet wurde, abnimmt.

Denken wir uns Alford als Mittelpunkt, so würde Berlin und Freiberg auf dem kleinsten Kreise liegen, Petersburg auf einem etwas größeren, Kasan auf dem größten, welcher sich nicht viel von dem durch Nicolajew

gehenden unterscheidet. Hiernach müßte die Wirkung in folgender Ordnung abnehmen: Berlin, Freiberg, Petersburg, Nicolajew, Kasan. Aber wir finden zu gleicher Zeit, daß das im Norden von Alford und in seinem Zenith leuchtende Nordlicht die westliche Abweichung der Nadel in Alford vermehrt, während sich die Nadeln von Petersburg, Berlin und Freiberg entschieden östlich bewegen. Die Annahme, daß das Nordlicht auf die Nadel eines Ortes eine entgegengesetzte Polarität äußere, als auf die Nadeln anderer Orte, ist sehr unwahrscheinlich. Viel natürlicher scheint es, das Centrum der Wirkung nord-östlich von Alford aufzunehmen, wodurch die Bewegung in Alford einfach abgeleitet ist, und die gesteigerte Wirkung in Petersburg und Kasan sich leicht ergibt.

Das Nordlicht am 20. December afficirte die Nadel in Alford nicht. Die Höhenbestimmung macht es wahrscheinlich, daß es eine durchaus locale Erscheinung war; auch in Berlin, Freiberg, Petersburg, Kasan und Nicolajew haben die den Morgen dieses Tages noch stark bewegten Nadeln sich vollkommen beruhigt, das Thermometer fällt aber diese Nacht in Kasan von -6 auf -22° R., und in Berlin schneit es ohne Aufhören.

Es scheinen mir aus diesen Betrachtungen einige für das Verständniß dieser Erscheinung nicht unwichtige Thatsachen zu folgen.

- 1) Die Störungen der Declination durch Nordlichter treten gleichzeitig in sehr bedeutenden Entfernungen hervor.
- 2) Die Größe dieser Wirkung nimmt von einem Orte wie von einem Centrum mit der Entfernung ab, und ist nicht eine Function der geographischen Breite allein. Wir sind also anzunehmen berechtigt, daß selbst diese großartigen Störungen doch in gewissem Sinne local, bald hier, bald dort in ihrer größten Wirkung hervortreten, wie ich es früher für die kleineren Störungen zu erweisen gesucht

habe, welche als Unterschiede der Elongation der täglichen Oscillation sich bemerklich machen.

3) Es giebt Nordlichter, welche (bei unbedeutender Höhe) weder an dem Orte selbst, wo sie beobachtet wurden, noch an irgend einem andern Orte auf die Declination einen Einfluss haben.

4) Die Wirkung des Nordlichtes war bei diesen Beobachtungen repellirend auf die Nordenden der Nadel.

Zu der Ansicht, dafs das Nordlicht ein ziemlich locales Phänomen sey, wofür manches in den bisherigen Untersuchungen zu sprechen scheint, ist nun auch Farquharson auf dem Wege mannigfaltiger Beobachtungen gekommen. Ich glaube daher die Vorstellung, die er sich darüber gebildet hat, unmittelbar hier anknüpfen zu können, ohne mich in das Detail der einzelnen Beobachtungen einzulassen.

Denken wir uns in einer langen Allee in gleichen ziemlich grofsen Abständen von einander einzelne, durch viele über einander befindliche Lampenreihen erleuchtete Bogen, so würden, wenn wir uns einem derselben nähern, die Lampen, welche in einiger Entfernung weiter aus einander stehen, sich oben immer mehr und mehr nähern, sie werden ganz enge zusammentreten, ja einander decken, sobald wir uns darunter befinden, so dafs der Bogen schmaler und zugleich leuchtender erscheint, wie eine von der Seite gesehene Gasflamme. Aber schon erblicken wir in der Entfernung einen neuen Bogen, wir nähern uns ihm, und bemerken dieselbe Erscheinung, während der, durch welchen wir hindurchgegangen sind, je weiter wir uns davon entfernen, desto blasser und breiter wird. Gerade so ist es bei dem Nordlichte, nur dafs wir da still stehen und die Bogen über uns hinwegrücken. Lange Reihen, fast lothrecht in der Richtung der Inclination herabhängender leuchtender Säulen, auf das Himmelsgewölbe projicirt als Bogen erscheinend, nähern sich. Von vorn in ihrer ganzen Länge gesehen, verkür-

zen sie sich immer mehr, je höher sie von Norden her am Himmel heraufrücken, ja, sehen wir sie bei dem Hinweggehen über uns nur von unten, so kann man die einzelnen getrennt von einander unterscheiden. Von hinten gesehen wird nun die Erscheinung dieselbe als die Vorderansicht. In der Richtung des magnetischen Meridians rücken sie vor, die einzelnen Reihen senkrecht darauf geordnet, alle parallel mit einander. Manchmal sind die Säulen nicht in Reihen geordnet, einzeln zerstreut gehen sie auf allen Seiten vorüber, die an den Seiten unverändert an Gröfse, die über uns stark sich perspectivisch verkürzend. Oft sieht man mehrere Reihen, wenn sie dicht auf einander folgen, als concentrische Bogen in einander, gewöhnlich aber nur zwei, die erste über das Zenith wegziehend, die andere eben auftauchend am Horizont, ein breiter Lichtschein, die feurigen Säulen in ihrer ganzen Länge gesehen. Mehrere hinter einander senkrecht unter den einzelnen Reihen in der Richtung des magnetischen Meridians vertheilte Beobachter, würden zu derselben Zeit genau dieselbe Erscheinung sehen, jeder über sich einen Bogen und am Nordhorizont flammende Säulen, und doch sehe jeder einen andern Bogen über sich, den seines Vordermannes am Horizont. Meinten sie nun alle, es sey derselbe Bogen, welchen sie sehen, wie groß möchte wohl die Entfernung seyn, die sie ihm zuschrieben, und doch könnte sie sehr unbedeutend seyn. Das war Dalton's Fehler, als er die von Edinburg bis Warrington gesehenen Bogen für einen und denselben hielt, der senkrecht über Kendal in allen nördlicheren Orten südlich, in allen südlicheren nördlich gesehen werden mußte. Daher schlofs er, dafs sowohl der Bogen, als die am nördlichen Horizonte gesehenen Säulen 100 Meilen hoch seyen. Und wie am 29. März 1826, mag es wohl am 17. October 1819 und 27. December 1827 gewesen seyn. Mit der Wolkenbildung hängt ihr Erscheinen wesentlich zusammen, sie beginnen an der obo-

ren Grenze derselben. Der Cirrostratus begleitet sie in der Regel; das haben schon Capitain Franklin und Dr. Richardson bemerkt *). Das Nordlicht am 20. December ist wie für die Höhe entscheidend, eben so für die Bildung desselben wichtig.

Es läßt sich gewiß mancher Einwurf gegen diese Ansicht machen, so einfach, so natürlich sie auch erscheint. Das auch die Sternschnuppen parallel der Richtung der Säulen während eines Nordlichts fallen sollen, wird jeden mistrauisch machen, der sich durch eigne Beobachtungen näher mit der Natur dieser Erscheinung bekannt gemacht hat und die Resultate kennt, welche Brandes aus der Berechnung correspondirender Beobachtungen gezogen hat. Aber wir wollen davon absehen, daß sogleich Alles sich aufhellen soll, wenn ein Räthsel gelöst scheint, und noch einem Einwurfe begegnen, welcher von unserer Betrachtung aus dagegen erhoben werden könnte. Wie ist es möglich, kann man fragen, daß ein in so niedrigen Gegenden stattfindendes Leuchten auf Magnetnadeln wirke, welche einige hundert Meilen davon entfernt sind, denn nur durch die geschlossene Höhe von 100 Meilen ergibt sich die berechnete sichtbare Länge des Bogens von 550 Meilen für das von Dalton berechnete Nordlicht. Darauf können wir mit den Beobachtungen vom 4. Mai antworten, welche beweisen, daß das Nordlicht nicht als äußere Ursache der Bewegung der Nadeln anzusehen ist, sondern als eine Weise der in den Aenderungen der Declination sich nur auf andere Art äußernden, dem Erdkörper als solchen angehörigen Störung. Was die Nadeln auf einem weiten Raume instantan in Bewegung setzt, mag da leuchtend hervorbrechen, wo die Störung der magnetischen Vertheilung am gewaltsamsten ist **).

*) Diese Ann. Bd. 90. S. 615.

**) Aehnlich hat sich auch schon Prof. Kupffer in dies. Annalen Bd. 92 S. 137. hierüber ausgesprochen.

XI. *Ueber einen optisch merkwürdigen Arragonitkrystall, und über die Eigenschaft des Glimmers und Gypses das Licht zu polarisiren;*

von Prof. Dr. Fr. v. Kobell in München.

Marx *) hat die Bemerkung gemacht, daß die meisten Arragonitkrystalle, welche, nach dem Aeußeren zu schließen, einfach sind, im polarisirten Lichte als Zwillinge erscheinen, und daher vier Systeme farbiger Ringe zeigen. Um dieses Verhalten zu beobachten, liefs ich einen reinen böhmischen Krystall senkrecht auf die Hauptaxe schneiden, und bemerkte mittelst einer Turmalintafel und eines schwarzen Spiegels deutlich die von Marx angegebenen vier Bilder. Dieser Krystall zeigt aber beim Durchsehen in gewissen Richtungen für sich allein schon Systeme farbiger Ringe, und als ich durch denselben unter dem nöthigen Winkel auf einen schwarzen Spiegel sah, bemerkte ich sechs solcher Systeme, wovon vier mit einem schwarzen, zwei aber mit einem ungefärbten oder weissen Striche durchschnitten waren. Da der Krystall nur schwach gelblich gefärbt ist, so sind diese Bilder etwas hell, aber doch deutlich zu sehen.

Naumann hat die mehrfache Zusammensetzung dieser Krystalle aus Hemitropien nach einem Schnitte parallel einer Fläche von ∞P sehr deutlich erklärt, und die Zusammensetzungsflächen werden an dem beobachteten Krystall durch die angeschliffenen Flächen leicht erkannt.

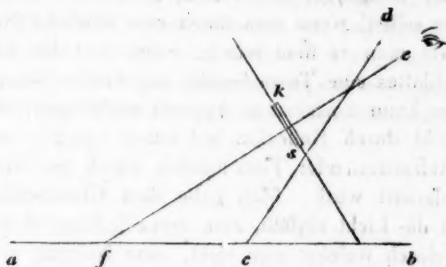
Da mehrere dieser Flächen sehr nahe an einander liegen, so wird durch sie wahrscheinlich die Polarisation des Lichtes hervorgebracht, und zeigt an Individuen, wel-

*) Diese Ann. Bd. 8. S. 249.

che zwischen diesen Schichten und dem Spiegel befindlich sind, die gewöhnlichen Bilder. Dafs sich aber auch zwei Bilder ohne schwarzen Strich, oder mit einem ungefärbten Striche durchschnitten zeigen können, oder dafs zu gleicher Zeit neben einander liegende Bilder für rechtwinklich gekreuzte und parallele Polarisationssebenen sichtbar werden, ist eine Erscheinung, deren Erklärung ich Denjenigen überlassen mufs, welche diesem Theile der Optik ihr besonderes Studium widmen.

Ich habe ein ähnliches Verhalten auch am zweiaxigen Glimmer beobachtet und gefunden, dafs wenn man in einer gewissen Richtung durch seine Flächen gegen einen schwarzen Spiegel sieht, die beiden Arten der Bilder, doch nicht zu gleicher Zeit und gewöhnlich nur blafs, zum Vorschein kommen.

Bei dieser Gelegenheit machte ich die willkommene Entdeckung, dafs der Glimmer, sowohl der einaxige, als der zweiaxige, eben so gut zur Prüfung der Polarisierung des Lichtes gebraucht werden kann, als der Turmalin. Die Vorrichtung ist höchst einfach. Man befestige auf einem schwarzen Spiegel ab , in beifolgender Figur, wel-



cher horizontal liegt, ein Glimmerblatt cd von 1 bis 2 Linien Dicke, am besten eine rechteckige Tafel, welche, in beliebiger Richtung mit der Scheere geschnitten, solche Verhältnisse hat, dafs sie ungefähr 3 Zoll lang

und $1\frac{1}{2}$ Zoll breit ist, und gebe dieser eine Neigung von ungefähr 50° bis 60° gegen den Spiegel. Man bringe nun ein auf die Axe rechtwinklich geschnittenes Kalkspathrhomboëder *ks* zwischen die Glimmertafel und den Spiegel, und neige es so, daß die angeschliffenen (basischen) Flächen mit dem horizontalen Spiegel einen Winkel von 56° bis 60° machen. Sieht man nun durch das Glimmerblatt senkrecht auf die basischen Flächen des Kalkspathrhomboëders, also in der Richtung seiner KrySTALLAXE *ef*, so kommen die farbigen Kreise, mit dem schwarzen Kreuz durchschnitten, so schön und deutlich zum Vorschein, als man sie nur mit den Turmalintafeln sehen kann. *Sie werden um so schöner, als es möglich ist, die Glimmertafeln mehr gegen den Spiegel zu neigen.* Dreht man nun die Glimmertafel auf dem Spiegel um 40° bis 50° links oder rechts herum, und vergrößert dabei allmähig ihren Neigungswinkel zum Spiegel, so zeigt sich an dem unverrückten Kalkspathrhomboëder das zweite Bild, nämlich die farbigen Ringe mit dem weißen Kreuz durchschnitten.

Mit dieser Vorrichtung beobachtet man eben so gut die Bilder zweiaxiger Mineralien, z. B. des zweiaxigen Glimmers selbst, wenn man ihnen eine ähnliche Neigung giebt, wie man es thun würde, wenn statt des schiefen Glimmerblattes eine Turmalintafel angebracht wäre.

Man kann auch einen Apparat verfertigen, wo das Licht nicht durch Reflexion auf einem Spiegel, sondern durch Refraction oder Transmission durch ein Glimmerblatt polarisirt wird. Man gebe dem Glimmerblatt *A*, wodurch das Licht einfällt, eine verticale Lage, dem zweiten *B*, durch welches man sieht, eine Neigung von ungefähr 36° (gegen eine horizontale Ebene), und drehe nun das erste Glimmerblatt so, daß es mit dem zweiten einen Winkel von 45° macht. Bringt man nun zwischen diesen Tafeln eine gegen die Axe geschnittene Kalkspathplatte, deren Flächen vertical und so gestellt sind, daß

sie mit der Glimmertafel *A* einen Winkel von ungefähr 60° bilden, so bemerkt man beim Durchsehen durch die Glimmertafel *B* die farbigen Ringe mit dem schwarzen Kreuze durchschnitten. Dreht man nun die Tafel *B* nach links oder rechts, und vergrößert man zugleich ihren Neigungswinkel gegen eine horizontale Ebene, so erscheint das zweite Bild.

Die Winkel, welche ich hier angegeben habe, sind nur annähernd gemessen, und solche, bei welchen ich deutliche Bilder bemerkt habe; es wird übrigens nicht schwer seyn, dieselben für das vollkommenste Bild genau zu bestimmen. Dafs von der Färbung der Glimmer manches in Beziehung auf die Reinheit der Bilder abhängt, versteht sich von selbst. Die von mir gebrauchten zweiaxigen (aus Sibirien) waren theils sehr licht grünlichweifs, theils schwach bräunlich, die einaxigen (von Monroe in Neu-York) grün mit einem Stich in's Bräunliche gefärbt. Auf eine ganz ähnliche Weise gelangen mir die Experimente mit *Gypstafeln* (nach den vollkommenen Blätterdurchgängen gespalten), z. B. mit denen von Montmartre.

Da es aufser meinem Zweck liegt, diese Erscheinungen im Einzelnen zu untersuchen, so begnüge ich mich vorläufig, die hierüber angestellten, wenn auch unvollständigen Versuche anzuzeigen, um Physiker zur Wiederholung und Weiterführung derselben einzuladen.

XII. *Ueber das Althäin oder Asparagin der Althäwurzel; von Wittstock.*

Durch Bacon's Arbeiten über die Althäwurzel ist die Wissenschaft abermals mit einer neuen Substanz bereichert worden, dem sogenannten Althäin. Dieser Gelehrte glaubte, daß die neue Materie, gleich den übrigen organischen Basen, an eine Säure gebunden (hier an Aepfelsäure) in der Althäwurzel vorkomme, und daß sie mittelst Talkerde davon geschieden werden könne. Dadurch, daß er bei der Ausscheidung des Althäins keine Säuren anwendete, und niemals die Temperatur des Wasserbades überschritt, glaubte Bacon, die Präexistenz dieser neuen Base besonders bewiesen zu haben; im Verfolge dieser Abhandlung werden wir aber sehen, daß die Annahme der Präexistenz des Althäins noch sehr bezweifelt werden kann.

Nur wenige Naturforscher haben über diese neue Substanz aus der Althäwurzel etwas bekannt gemacht, ob schon deren Entdeckung in das Jahr 1826 fällt. Eine solche Erscheinung ist sonst ein untrügliches Kennzeichen, daß die für neu ausgegebene Substanz entweder gar nicht vorhanden, oder die Ausscheidung derselben wenigstens außerordentlich schwierig ist; allein für den gegenwärtigen Fall scheint diese Schlusfolgerung nicht zulässig zu seyn, da die Entdeckung Bacon's zuerst durch Plisson, und später durch Trommsdorff bestätigt worden ist. Auch mir ist es gelungen, diese Substanz auszuschcheiden, und noch dazu eine viel größere Menge als meine Vorgänger von derselben zu erhalten. Indem ich nun hiermit den Chemikern meine Arbeiten über die Althäwurzel übergebe, meine Ansicht über die neue Substanz aber nicht die herrschende ist, so wünsche ich, daß man sie nachsichtig aufnehmen möge.

Ohne mich an das Verfahren Bacon's zu binden, zog ich Althäwurzeln unmittelbar durch Alkohol aus. Zu diesem Zwecke wurden 192 Unzen Wurzeln drei Mal mit einer hinreichenden Menge Alkohol von 0,835 spec. Gewicht heifs behandelt; die erhaltenen Auszüge liefsen indess, weder nach kurzer noch nach langer Zeit, irgend eine Spur von Althäin sichtbar werden. Sie wurden daher vereinigt, und im Wasserbade bis auf ein Drittel ihres Volums abdestillirt, worauf ich den geistigen Rückstand an einen Ort hinstellte, wo stets eine Temperatur von 16° bis 20° R. herrschte.

Nach einiger Zeit sonderte sich eine bedeutende Menge eines grünlichen fetten Oels ab, welches leichtlöslich in Alkohol war, sich schnell mit Natronlauge zu einer festen Seife verband, und die sonstigen Eigenschaften fetter Oele theilte. Der starke Geruch, welchen die Seife verbreitete, war derselbe, der alle Präparate aus der Althäwurzel begleitet. Von diesem Oele wurden etwas über 4 Unzen, oder 2 Procent erhalten.

Wurde die Verdunstung der geistigen Flüssigkeit fortgesetzt, so färbten die abscheidenden Oeltropfen sich bräunlich, in Folge eines sich zuletzt mit absondernden braunen Harzes, von welchem das Oel sich jedoch leicht trennen liess, als es mit schwachem Alkohol digerirt wurde. Die geistigen Auszüge waren nun ziemlich dickflüssig geworden, und da nun nicht mehr auf fernere Absonderung von Oel gerechnet werden konnte, so wurde sie mit schwachem Alkohol verdünnt und durch Filtration gereinigt. Die Flüssigkeit schmeckte sehr süß, hinterher kratzend, vom anhangenden fetten Oele; sie wurde wieder zur Verdunstung bei +16 — 20° R. hingestellt.

Nach mehreren Wochen fanden sich Krystalle am Boden der Porcellanschale; allein Althäin war es nicht, es war Rohrzucker in der ihm eigenen Krystallform. Die über den Krystallen stehende Flüssigkeit wurde mit schwachem Spiritus verdünnt, und, zur Absonderung von etwas

anhängendem Harze, filtrirt der Selbstverdunstung überlassen. Durch wiederholtes Uebergiessen der dick gewordenen Flüssigkeit mit schwachem Alkohol, und durch eine stets bei $+16 - 20^{\circ}$ R. bewerkstelligte Verdunstung wurden nach Verlauf eines Jahres 8 Unzen des schönsten Rohrzuckers in grossen Krystallen gewonnen, und eben so viel betrug die Menge eines dicken sogenannten Schleimzuckers, aus welchem jedoch noch immer Rohrzucker gewonnen wurde. Welche Operationen ich auch mit jenem Schleimzucker vornahm; Althäin wurde niemals aus ihm abgeschieden; es war auch überflüssig darnach zu suchen, da er beim Verbrennen nicht die gewöhnlichen Resultate stickstoffhaltiger Substanzen lieferte.

Da das Althäin demnach nicht durch Alkohol aus der Althäwurzel getrennt worden war, so mußte man es in der mit Alkohol extrahirten Wurzel suchen. Sie wurde daher drei Mal mit destillirtem Wasser ausgezogen, und die schleimigen Auszüge im Wasserbade eingedunstet. Die Erscheinungen, welche bei der Verdunstung eintraten, waren nicht die gewöhnlichen. Die schleimige, fadenziehende Beschaffenheit des Auszugs wurde sogleich aufgehoben, sobald dieser die Temperatur von $60 - 70^{\circ}$ R. angenommen hatte; gleichzeitig sonderte sich eine grosse Menge von phosphorsaurem Kalk, verbunden mit einer stickstoffhaltigen Materie, ab, und die Flüssigkeit hatte das Ansehen eines geronnenen Pflanzensaftes. Der Auszug, welcher anfänglich nicht sauer reagirte, zeigte am Ende der Verdunstung deutlich eine saure Reaction. Das erhaltene weiche Extract wurde drei Mal mit Alkohol (von 0,835 specifischem Gew.) ausgezogen, mit der Sorgfalt, während der Digestion dem Lösemittel stets neue Oberflächen des Extracts darzubieten. Man stellte die Auszüge, die nur wenig gefärbt waren, mehrere Wochen an einen kalten Ort, um die Ausscheidung des Althäins zu begünstigen; allein es zeigte sich keine Spur davon.

Diese Erscheinung mußte mich nothwendig überra-

schen. Warum sollte nicht durch den von mir eingeschlagenen Weg eben sowohl die neue Substanz erhalten werden, als durch die von Bacon befolgte Methode? Diese Frage liefs sich für jetzt noch nicht beantworten; vielleicht findet sich eine Antwort, wenn ich die neue Substanz selbst aufgefunden und studirt haben werde. Die genaue Befolgung der Methode von Bacon war hierdurch geboten.

Es wurden 128 Unzen geschnittener Althäwurzeln drei Mal mit destillirtem Wasser ausgezogen, und die Auszüge sogleich im Wasserbade zu weichem Extract eingedunstet. Die Auszüge zeigten anfänglich gar keine Reaction auf die gefärbten Papiere; allein jemehr sie verdunsteten, um so gröfser wurde die saure Reaction, so dafs zuletzt die Flüssigkeit stark sauer reagirte. Die schleimige fadenziehende Beschaffenheit ging in dem Maafse verloren, als die Flüssigkeit sauer wurde; es liefsen sich keine Absonderungen wahrnehmen, und die Flüssigkeit hatte das Ansehen eines gewöhnlichen Pflanzenauszugs erhalten. Das erhaltene weiche Extract wurde auf die vorhin angegebene Weise fünf Mal mit Alkohol (von 0,835 specifischem Gew.) ausgezogen und die Auszüge an einen kalten Ort hingestellt.

Nach einigen Tagen zeigten sich kleine krystallinische Körner am Boden und an den Wänden des Glases; sie wurden fortgenommen, als keine Vermehrung derselben weiter bemerkt wurde. Mit ihnen hatte sich gleichzeitig eine schon von Plisson bemerkte, braune extractartige Materie ausgeschieden, die zwar von kaltem Wasser gewegewaschen werden konnte, aber stets grofse Verluste an Althäin verursachte. Man kann sich jedoch sehr gut gegen diese Verunreinigung schützen, sobald man nur die Vorsicht gebraucht, den warm abgegossenen geistigen Auszug einen Tag stehen zu lassen, und ihn dann in ein anderes Glas zu giefsen. In diesem Falle sondert sich das Extract vollständig aus, keines-

wegs aber Althäin, das viel später erscheint. Die ganze Menge des so erhaltenen gelb gefärbten Althäin betrug 3 Drachmen, also ungefähr eben so viel als Plisson und Trommsdorff erhalten haben. Die geistigen Mutterlaugen waren ein wenig zu rasch verdunstet worden, und die mitgelöste extractartige Materie verhinderte die fernere Abscheidung der neuen Substanz.

Um zu versuchen, ob noch Althäin zu gewinnen sey, wurde sowohl das vom Alkohol ungelöst gelassene Extract, als auch das von ihm gelöste in Wasser aufgelöst, und hierzu so lange Bleizuckerlösung hinzugesetzt, als noch eine Fällung zu bemerken war. Der Niederschlag wurde durch Filtriren weggenommen, und der Ueberschuß an Bleisalz in dem Filtrat zuerst durch Schwefelsäure, und der Rest durch Schwefelwasserstoff hinweggeschafft. Da diese Arbeit im Sommer vorgenommen wurde, so konnte eine eben anfangende geistige Gährung nicht verhindert werden, die indessen durch Aufkochen der Flüssigkeit schnell genug unterbrochen wurde. Die im Wasserbade zu weichem Extract eingedunstete Flüssigkeit zeigte die merkwürdige Erscheinung: dafs sie am folgenden Tage durchweg zu einer krystallinischen Masse erstarrt war, die schon, durch vorsichtiges Entfernen der extractartigen Materie, Althäin absondern liefs. Ob die Gährung fördernd oder hindernd auf die gröfsere Ausbeute der neuen Materie eingewirkt haben mag, kann ich nicht entscheiden, da ich noch keinen Gegenversuch habe anstellen können.

Mit diesem krystallinischen Extract wurde eben so verfahren wie vorhin; ich nahm davon fünf geistige Auszüge. Sie setzten alle mehr oder weniger sehr reines Althäin ab, so dafs ich in acht Tagen an sieben Drachmen gewonnen hatte. Die Mutterlaugen gofs ich in eine Porcellanschale und überliefs solche einer Verdunstung an der Atmosphäre. Am Rande wie an den Wänden der Schale setzte sich ein gelbliches Pulver ab, welches,

mit Alkohol gewaschen, vier Drachmen eines ganz weissen krystallinischen Pulvers lieferte. Der Rest der Mutterlaugen wurde einer ferneren Selbstverdunstung unterworfen; allein er trocknete gewöhnlich zum dicken Syrup ein, ohne Spuren von Althäin oder krystallisirtem Zucker zu zeigen. Durch wiederholtes Anrühren dieses dicken Syrups mit schwachem Weingeist und Verdunsten der Flüssigkeit an der Atmosphäre gelang es, in dem Zeitraum eines Jahres noch fünf Drachmen wenig gefärbten Althäins zu erhalten.

Die hiervon getrennte Mutterlauge liess sich nun weiter nicht an der Luft verdunsten; sie blieb dünnflüssig, gab durch Destillation mit Schwefelsäure Essigsäure, und mit Kali eine grosse Menge Ammoniak zu erkennen. Mit Galläpfeltinktur gab sie einen voluminösen Niederschlag, eine Reaction, die der Auszug der Althäwurzel selbst nicht bemerken liess, und die die Gegenwart eines stickstoffhaltigen Extractivstoffs gewöhnlich anzeigt. Vom starken Alkohol wurde diese Mutterlauge gar nicht, vom schwachen aber vollständig gelöst. Verbrannt hinterliess sie Kalk und Talkerde *).

Die Reinigung des Althäins hat keine Schwierigkeiten, man darf nur gesättigte Auflösungen davon in Wasser machen, und die Lösung einer Temperatur zwischen 20—30° R. aussetzen, so erhält man ziemlich farblose Krystalle in Form sechsseitiger Prismen. Um sie blendend weiss zu erhalten darf man sie nur noch einmal umkrystallisiren. Noch besser erreicht man diesen Grad der Reinheit, wenn man der Lösung ein wenig Blutkohle hinzusetzt; allein ich machte von diesem Mittel wenig Gebrauch, da ich Ursach hatte, sorgfältig jede fremde Einmischung zu verhüten.

Plisson und Trommsdorff haben die Eigenschaf-

*) Es waren nun im Ganzen ungefähr neunzehn Drachmen eines wenig gefärbten Althäins gewonnen, mithin sechs Mal so viel als Plisson und Trommsdorff erhalten hatten.

ten der neuen Substanz bereits beschrieben, und daher werde ich hier nur dasjenige anführen, worin ich mit ihnen nicht übereinstimme. Bei Eintauchung von Lackmuspapier in eine siedende Lösung von ganz reinem Althäin konnte ich niemals die saure Reaction derselben bemerken; durch langes Kochen gelingt zwar dieser Versuch scheinbar, allein dann ist auch die Althäinlösung blau gefärbt. Ferner gab mir fein zerriebenes, ganz reines Althäin, mit einigen Tropfen einer verdünnten kohlensauren Kali- oder Natron-Lösung gemischt, sogleich freies Ammoniak zu erkennen, und mir erschien diese Substanz in dieser Hinsicht durchaus nicht verschieden von anderen Ammoniaksalzen. Entweder hat Plisson zu wenig von dieser Materie auf ihre Reaction geprüft, oder, was noch wahrscheinlicher ist, sein Althäin war nicht frei von jener andern zweiten Substanz, die stets diese neue Materie begleitet, und die ich nun sogleich beschreiben werde. Die smaragdgrüne Farbe habe ich niemals an diesem neuen Stoffe bemerken können; sie ist gewiß durch Einwirkung der gebrannten Talkerde auf die färbende Materie des unreinen Althäins hervorgebracht worden.

Wir haben gesehen, dafs aus den geistigen Mutterlaugen, aus denen schon Althäin gewonnen war, durch Verdunsten an der Luft eine halbe Unze ganz weissen Althäins in Form eines krystallinischen Pulvers erhalten wurde. Diefs wollte ich vorzugsweise benutzen, da es kaum eine Reinigung nöthig hatte. Es wurde in heifsem Wasser gelöst, und zur Krystallisation hingestellt. Schon bei der Lösung machte es sich sehr verschieden von dem Althäin; es setzte ein Krystallhäutchen ab, welches das reine Althäin nicht thut. Nachdem die Lösung mehrere Tage gestanden hatte, sah man deutlich zwei verschiedene Krystallisationen; die eine hatte sich in Form von krystallinischen Rinden an dem Boden und Wänden der Platinschale abgelagert, die andere, welche aus sechssei-

tigen Prismen bestand, hatten sich auf diese Rinden angesetzt. Man trennte beide Krystallarten so gut als möglich; und da sich das in sechsseitigen Prismen krystallisirte Salz als ganz reines Althäin auswies, so wurde jene andere Krystallisation durch Umkrystallisiren noch einmal gereinigt. Hierbei zeigte sich wieder das eben erwähnte Krystallhäutchen; das Salz selbst lagerte wieder in krystallinischen Rinden ab, ohne jene reineren Formen zu zeigen, und die Mutterlauge trocknete zu einem sehr weissen krystallinischen Haufwerk ein.

Bei der Untersuchung gab diese Substanz folgende Eigenschaften zu erkennen. Sie verbrannte ohne aufzu-
blähen, nach Art des opiumsauen Kalks, unter Entwicklung von Ammoniak, und hinterliess eine durchaus weisse Asche, die dem Volumen nach fast eben so viel betrug, als die angewandte Substanz. Diese Asche war reine kohlensaure Magnesia. Die fremde Materie war unlöslich in Alkohol, aber ziemlich leichtlöslich in schwachem Weingeist. Sie löste sich in ungefähr 16 Theilen kochenden Wassers, und diese Lösung reagierte weder auf die gefärbten Papiere, noch auf die gewöhnlichen Reagentien, und zeigte hierin ganz die Eigenschaften des Althäins. Sowohl Ammoniak als die anderen Alkalien schlugen Talkerde daraus nieder, und das phosphorsaure Ammoniak gab damit das Doppelsalz der phosphorsauren Ammoniak-Talkerde. Zerrieben und mit kohlensaurer Kalilösung erwärmt, wurde keine Spur von Ammoniak entwickelt.

Diese Substanz ist offenbar keine andere, als die, welcher Plisson den Namen der *amorphen durchscheinenden* beigelegt hat. Plisson hatte sie dadurch erhalten, dass er Althäin mit gebrannter Talkerde heiss behandelte, und sagt von demselben, „dass es sich gänzlich in diese undurchsichtige amorphe Substanz umwandeln liefse.“ Dieser Chemiker hat mithin das Althäin in diese zweite Substanz verwandelt, während ich dieselbe unmittelbar

aus dem Althäextract erhalten habe. Es läßt sich indess nicht bezweifeln, daß Plisson sie ebenfalls erhalten haben muß; nur wurde sie von ihm übersehen, indem er streng nach Bacon's Methode arbeitete. Das Vorkommen dieser beiden Substanzen, des Althäins und der so eben beschriebenen Talkerdeverbindung, in dem Auszug der Althäwurzel, und die Umwandlung des ersteren in die letztere Verbindung, welche durch Plisson's Arbeiten bewiesen ist, so wie die Leichtigkeit, mit der das Althäin durch kohlensaure Alkalien unter Ammoniakentwicklung zerlegt wird, scheint mir sehr für die Annahme zu sprechen: das Althäin sey das Ammoniaksalz, und die zweite von mir ausgeschiedene Substanz das Talkerdesalz einer Kohlen-Stickstoffsäure, vermuthlich derselben, welcher Plisson den Namen »*Asparaginsäure*« gegeben hat. Plisson hat zwar kein Althäin erzeugen können, wenn er Ammoniak und Asparaginsäure vereinigte, allein dergleichen Fälle kommen in der Chemie öfters vor, und man muß andere Wege aufsuchen.

Sobald ich größere Mengen der reinen Talkerdeverbindung haben werde, will ich folgenden Versuch anstellen, nämlich: Einer Lösung dieser Substanz phosphorsaures Ammoniak zusetzen. Nach vollständiger Ausscheidung der phosphorsauren Ammoniak-Talkerde müßte dann die überstehende Flüssigkeit asparaginsaures Ammoniak oder Althäin enthalten. Gelingt dieser Versuch, das heißt, erzeugt sich Althäin, so halte ich dieß für einen Beweis für die Richtigkeit meiner Annahme. Man sieht leicht ein, daß dergleichen Zerlegungen auf mehrfache Weise herbeigeführt werden können; mich hat indessen die Beweisführung jener Annahme weniger beschäftigt, als die Frage: Enthält die Althäwurzel das Althäin fertig gebildet, oder ist diese Substanz durch die Operation selbst erst erzeugt worden. Jenen anderen Versuch behalte ich mir indessen zum Gegenstand einer folgenden Abhandlung vor, da ich von beiden Substanzen hinreichende

Mengen besitze, um diesen Versuch nicht mikroskopisch anstellen zu dürfen.

Der Umstand, daß das Althäin in den Pflanzen der allerverschiedensten Familien vorkommt, spricht wenig für die Präexistenz dieser Substanz. Betrachtet man ferner den verschiedenen Erfolg meiner Arbeiten, je nachdem ich die Methode änderte, so ist kaum zu bezweifeln, daß die neue Substanz erst erzeugt wird. Wir haben gesehen: wenn die Althäwurzel mit Weingeist ausgezogen wurde, so erhielt man keine Spur von Althäin, wohl aber Rohrzucker, und folgte man genau der Methode Bacon's, so wurde Althäin, aber kein Rohrzucker erhalten. Betrachten wir den Gang der Operation genauer, so bieten sich, bei Abdunstung eines kalt bereiteten Althäauszugs im Wasserbade, in der That auffallende Erscheinungen dar. Die entstehende saure Reaction, das gleichzeitige Verschwinden der zähen, klebrigen Beschaffenheit des Auszugs, alles dieses sind Zeichen einer schnellen chemischen Entmischung. Die Bildung des Althäins möchte ich deswegen von der Einwirkung des Klebers auf den Zucker und von der Rückwirkung der dadurch entstandenen Essigsäure auf den übrigen Kleber herleiten. Hierbei dachte ich an die Erzeugung von Braconnot's Leimzucker, welcher durch die Einwirkung sehr verdünnter Schwefelsäure auf Leim entsteht, und der sich wahrscheinlich auch als Althäin ausweisen wird. Dasselbe, glaube ich, wird mit dem von Gmelin und Tiedemann entdeckten Gallenasparagin der Fall seyn.

Alle diese Thatfachen und Voraussetzungen bestimmten mich, auf Mittel zu denken, wie den chemischen Thätigkeiten bei der Verdunstung des Althäauszugs eine andere Richtung gegeben werden könne, um dann zu sehen, ob unter diesen Umständen noch Althäin zu finden seyn würde. Dem zufolge nahm ich die saure Reaction des verdunstenden Auszugs sogleich bei ihrem Entstehen durch ein wenig Kalkwasser weg, sorgte aber dafür, daß

niemals eine basische Reaction einträte. So verhinderte ich möglichst die Wirkung der entstandenen freien Säure auf den Kleber; allein absolut konnte ich sie nicht aufheben, weil ich jedesmal erst die saure Reaction abwarten mußte, bevor ich sie abstumpfen konnte, wodurch dann allerdings eine kleine Einwirkung stattgefunden haben mochte. Auf solche Weise wurde der kalt bereitete Auszug von 64 Unzen Althäwurzel zum weichen Extract gebracht, und dieser drei Mal auf die oft erwähnte Weise mit Alkohol ausgezogen. In einem der Auszüge fand sich eine Spur von Althäin, kaum zwei Gran betragend.

Der nun folgende Versuch wurde in der Art abgeändert, daß zu einem Auszug von 128 Unzen Althäwurzeln, vom Anfang der Verdunstung an, von Zeit zu Zeit Kalkwasser hinzugesetzt wurde, und zwar in solcher Menge, daß stets eine schwache basische Reaction vorherrschte. Durch fünfmaliges Ausziehen des erhaltenen weichen Extracts mit Alkohol wurde keine Spur von Althäin erhalten, und somit meine Voraussetzung bestätigt. Die Auszüge schmeckten indessen sehr süß, und es stand zu erwarten, daß krystallisirter Zucker erhalten werden würde.

Als man den kalt bereiteten Auszug der Althäwurzel mit Kalkwasser versetzt und erwärmt hatte, sonderte sich augenblicklich ein voluminöser Niederschlag ab, der aus einer großen Menge phosphorsauren Kalk und Kleber bestand. Die fadenziehende schleimige Beschaffenheit des Auszugs verlor sich sehr schnell, und er wurde vollkommen dünnflüssig. Es scheint, als sey die schleimige Beschaffenheit des Auszugs abhängig von der Auflösung des phosphorsauren Kalkes und des Klebers in demselben, und man wird in dieser Annahme um so mehr bestärkt, kennt man die Erscheinung, die eintritt, wenn ein schwefelsaurer Chinaauszug einer Temperatur von 4° bis 6° R. überlassen wird. Ein solcher Auszug bildet eine vollkommene Gallerte, sobald er aber erwärmt wird, fällt augenblicklich Gyps heraus, und der gelatinöse Zu-

stand ist für immer aufgehoben. Die Atome des schwefelsauren Kalks in dem Chinaauszug, und die des phosphorsauren Kalks im Althäauszug stehen vielleicht in weiten Entfernungen von einander, und sie bilden mit der dazwischen liegenden organischen Materie wahrscheinlich die gelatinöse Beschaffenheit der Auszüge.

Es wurde noch ein anderer Versuch angestellt, um das Althäin zu erzeugen; allein ohne günstigen Erfolg. Ich wendete hierzu den kalt bereiteten und im Ueberschuß mit Kalkwasser versetzten Althäauszug aus 64 Unzen Wurzeln an. Das erhaltene weiche Extract löste ich in sehr vielem destillirten Wasser auf, und kochte es unter Zusatz von einigen Procenten Schwefelsäure mehrere Stunden hindurch, setzte nachher Marmor hinzu, und behandelte die zum weichen Extract abgedunstete Flüssigkeit wiederholentlich mit Alkohol; allein es wurde kein Althäin gewonnen, selbst dann nicht, wenn vorher durch Bleizucker alle fällbaren Materien aus dem Extracte hinweggenommen worden waren.

Hätte ich die Mittel gehabt, eine ansehnliche Menge kalt bereiteten Althäauszugs unter der Luftpumpe und bei einer ziemlich niedrigen Temperatur zum Extract abzudunsten, und diesen auf Althäin zu prüfen, so wäre diels gewiß ein entscheidender Versuch auf die Präexistenz dieser Substanz geworden. Da hier wahrscheinlich keine Entmischung der Althäbestandtheile eintritt, so ist zu erwarten, daß keine anderen Resultate erhalten werden, als diejenigen, welche eintreten, wenn man Althäwurzeln unmittelbar mit Alkohol behandelt.

Die Ergebnisse vorliegender Arbeit möchten nun wohl folgende seyn:

- 1) Die Althäwurzel enthält wirklichen Rohrzucker und ein fettes Oel; vom ersteren vier, vom letzteren zwei Procent.
- 2) Das Althäin scheint ein Erzeugniß der Wechselwirkung organischer, vielleicht auch anorganischer

Säuren auf den Kleber und Zucker zu seyn, und wird daher in allen Pflanzensubstanzen vorkommen, in denen jene Bestandtheile enthalten sind.

- 3) Die Erzeugung des Althäins läßt sich verhindern, wenn man die Lösungsmittel auf die Wurzel in verschiedener Ordnung folgen läßt, oder den, beim Abdunsten des wässrigen Auszugs sich zeigenden, Entmischungsprozeß eine andere Richtung zu nehmen zwingt.
- 4) Es finden sich im wässrigen Auszuge der Althäwurzel zwei neue Substanzen, wovon die eine das Althäin, die andere eine Verbindung einer stickstoffhaltigen Säure mit Talkerde ist.
- 5) Man kann das Althäin als eine Verbindung einer eigenthümlichen Kohlenstickstoffsäure mit Ammoniak, und die andere neue Substanz aus derselben Säure mit Talkerde zusammengesetzt betrachten.

XIII. Notiz über die Nichtexistenz der Schwefelsensäure, und über die Gegenwart des Schwefelcyan-Calciums im Senfsaamen;
von Hrn. J. Pelouze.

(*Annal. de chim. et de phys. T. XLIV. p. 214.*)

Die wirksamen Bestandtheile des Senfsaamens kennen zu lernen, ist zu verschiedenen Zeiten ein Gegenstand der Untersuchung vieler Chemiker gewesen. Baumé und, nach ihm, Deyeux und Thiberge haben die Gegenwart von Schwefel in dem ätherischen Oele dieses Saamens nachgewiesen; allein von allen Arbeiten, die über den Senf angestellt wurden, ist die von den HH.

Henry dem Sohn und Garot die merkwürdigste. Diese Chemiker fanden, ausser anderen Bestandtheilen, eine Säure, welche sie für neu hielten und mit dem Namen *Schwefelsensäure* belegten. Sie verbanden dieselbe mit einer grossen Anzahl von Basen, und analysirten einige ihrer Salze. Sie fanden deren Sättigungscapacität ungemein schwach. Ich habe nach der von ihnen gegebenen Zusammensetzung des schwefelsensauren Baryts berechnet, dafs der Sauerstoff der Basis nur $\frac{1}{15}$ vom Sauerstoff der Säure ist. Allein noch auffallender ist der Umstand, dafs, nach denselben Chemikern, 100 Th. Schwefelsensäure sich mit 7,7 Th. Baryt und mit 9,6 Th. Natron verbinden; ein Resultat, was man nicht für richtig halten kann, da das Baryt ein beinahe drei Mal gröfseres Atomengewicht als das Natron besitzt, und folglich eine drei Mal geringere Menge Säure zu seiner Sättigung erfordert. Versucht man ähnliche Rechnungen über die von ihnen für die Elementarbestandtheile der Säure gegebenen Zahlen anzustellen, so gelangt man zu keiner genügenden theoretischen Speculation. Keins der Elemente ist ein genaues Multiplum oder Submultiplum von dem andern, und man wird daher zu dem Schlufs genöthigt, dafs die HH. Henry und Garot mit einer unreinen Substanz gearbeitet haben **).

Da Hr. Gay-Lussac mir erlaubte, sein Laboratorium zu benutzen, so stellte ich einige Versuche an, und diese haben mir bewiesen, dafs die im Senfsaamen enthaltene Säure nichts anderes ist als Schwefelcyanwasserstoffsäure, die daselbst als Schwefelcyan-Calcium exi-

*) Die Untersuchung der HH. Henry und Garot, über deren Ungenauigkeit sich bereits Berzelius in seinem 6. Jahresberichte, S. 242., ausgesprochen hat, findet sich in dem *Journ. de chim. méd. Ann.* 1. p. 439. 467. P.

**) Ihre Bestandtheile, auf Atome gebracht, geben 7,7 At. Kohle, 15,6 At. Wasserstoff, 1,7 At. Stickstoff, 1,4 At. Sauerstoff und 1 At. Schwefel.

stirt. Da diese Säure flüchtig ist, und da das Decoct des Senfsaamens die Pflanzenfarben desto stärker röthet, je mehr man es eindampft, so suchte ich zuerst mich über die Ursache dieser Anomalie aufzuklären, und ich überzeugte mich bald, daß saurer apfelsaurer Kalk in der Flüssigkeit vorhanden war. Zu dem Ende behandelte ich das Decoct mit essigsaurem Bleioxyd, und zerlegte das apfelsaure Bleioxyd durch Schwefelwasserstoff; ich bekam dadurch Aepfelsäure, die nach der Reinigung alle ihre Kennzeichen besafs.

Die Flüssigkeit, welche über dem vom essigsauren Bleioxyd gebildeten Niederschlag stand, wurde vom überschüssigen Bleisalz durch Schwefelwasserstoff befreiet und darauf mit verdünnter Schwefelsäure destillirt. Ich bekam eine Flüssigkeit, die mir alle Eigenschaften der Schwefelchyziksäure (Schwefelblausäure) von Porrett zeigte. Ihr Geruch war stechend und ähnelte sehr dem der Essigsäure. Sie röthete stark das Lackmus. Mit einem Gemenge von Chlorwasserstoffsäure und chloresenen Kali erhitzt, verwandelte sie sich in Schwefelsäure und Cyanwasserstoffsäure. Kali, Natron, Ammoniak, Baryt und Strontian sättigten sie und bildeten sehr lösliche Schwefelcyanüre. Diese Salze mit einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd vermischt, brachten in derselben einen weissen unlöslichen Niederschlag hervor. Mit Kupferchlorür entstand gleichfalls ein weißer Niederschlag, der seine merkwürdige und sehr charakteristische Eigenschaft, völlig unlöslich zu seyn, besafs. Das Schwefelcyanblei ist sehr löslich; daher bekam ich auch keinen Niederschlag, als ich essigsaures Bleioxyd in das Schwefelcyanalcium schüttete, welches, nach Abscheidung des sauren apfelsauren Kalks, direct aus dem Senfsaamen erhalten worden war.

Von allen Eigenschaften der Schwefelcyanwasserstoffsäure aber ist die merkwürdigste die, daß sie den Lösungen der Eisenoxysalze eine karmesinrothe Farbe von

grofser Intensität mittheilt. Diese Eigenschaft besitzen alle löslichen Schwefelcyanüre. Indefs habe ich beobachtet, dafs, wenn man zur Lösung der Schwefelcyanwasserstoffsäure oder der Schwefelcyanüre ein wenig Oxalsäure hinzusetzt, keine Färbung mehr zu Stande kommt, ja dafs dieselbe Säure die rothe Farbe des Schwefelcyaneisens augenblicklich zerstört. Diese Erscheinung ist um so auffallender, als die rothe Farbe mit ihrer ersten Lebhaftigkeit wieder erscheint, so wie man von Neuem eine hinlängliche Menge des Eisensalzes hinzusetzt. Die schön rothe Farbe des meconsauren Eisens verschwindet ebenfalls durch ein wenig Oxalsäure, und erscheint wieder, wie die des Schwefelcyaneisens, bei hinlänglichem Zusatz eines Eisenoxysalzes. Diese merkwürdige Eigenschaft besitzt die Oxalsäure nicht ausschliesslich; sie theilt dieselbe mit der Jod-, Phosphor- und Arseniksäure. Alle übrigen Säuren machen die rothe Farbe des Schwefelcyaneisens nur dann verschwinden, wenn sie in einem außerordentlichen Ueberschufs hinzugesetzt werden. Wenn diese Farbe durch Salpetersäure zerstört worden ist, erscheint sie durch einen neuen Zusatz von Eisenoxysalzen nicht wieder. Diefs ist die einzige Säure, welche sich so verhält.

Nach diesen Versuchen ist wohl die Gegenwart der Schwefelcyanwasserstoffsäure in dem Senfsaamen hinreichend erwiesen; allein der Schwefel, welchen derselbe enthält, befindet sich nicht blofs in jener Säure, vielmehr ist er noch im freien Zustande daselbst vorhanden; denn, wenn man den Saamen mit Kali kocht, zeigen Silber- und Bleilösung die Gegenwart von Schwefelkalium an. Ich habe das fette Oel des Senfs mit Salpeter verbrannt, allein keine Spur von Schwefel darin gefunden; dagegen habe ich mich überzeugt, dafs der Saame fast ein halbes Procent seines Gewichts an Schwefel enthält. Der Senfsaame ist sehr stickstoffhaltig. Wenn man ihn verbrennt, giebt er ammoniakalische Producte in grofser Menge, und wenn man ihn mit Eisenfeilicht glüht, entwickeln Säu-

ren aus dem Rückstand viel Cyanwasserstoff- und Schwefelwasserstoffsäure.

Ich habe Schwefelcyanwasserstoffsäure erhalten, indem ich das sehr eingedampfte Decoct des Senfsaamens direct mit verdünnter Schwefelsäure behandelte; allein ich bekam auf diese Weise nur sehr wenig, weil das Schwefelcyan-Calcium in einer beträchtlichen Menge anderer Substanzen vertheilt ist, und weil es bei der Destillation größtentheils zersetzt wird. Diefs kann nicht auffallend seyn, da die reine Säure für sich so leicht zersetzt wird.

Es ist sonderbar, im Pflanzenreich einen Körper von so zusammengesetzter Natur, wie die Schwefelcyanwasserstoffsäure, anzutreffen, und man kann nicht anders, als mit lebhaftem Vergnügen sehen, wie man mit jedem Tage bei dem Studium von Naturproducten Verbindungen entdeckt, welche die Chemiker nach ihrem Belieben im Laboratorium hervorbringen können. Man kann nur mehr oder weniger ungewisse Hypothesen über die Art aufstellen, wie die Vegetationskraft die Elemente ordnet, um die unendliche Mannigfaltigkeit von Verbindungen, welche sie uns darbietet, hervorzubringen. Ich wage es indess eine auszusprechen, welche vielleicht einigen Grund hat. Ich glaube, daß der Senfsaame, wie mehrere andere Pflanzen, Cyanwasserstoffsäure enthält, und daß diese Säure, indem sie den Schwefel im Zustande ungewein großer Zertheilung antrifft, sich mit demselben zur Schwefelcyanwasserstoffsäure verbindet. In der That habe ich Schwefelcyaneisen gebildet, als ich eine Lösung von Eisenchlorid zu einem Gemenge von Cyanwasserstoffsäure und Schwefelwasserstoff schüttete. Der letztere reducirt das Eisenoxyd zu Oxydul, und der dadurch niederfallende Schwefel verbindet sich mit der Cyanwasserstoffsäure.

Der Irrthum des Hrn. Henry, zu glauben, im Senf eine neue Säure entdeckt zu haben, rührt daher, daß er

unreine Materialien analysirte; denn übrigens kommt der größte Theil der Kennzeichen, welche er der Schwefelsäure und ihren Salzen beigelegt hat, der Schwefelcyanwasserstoffsäure und den Schwefelcyanüren zu; auch muß ich sagen, daß er in seiner Abhandlung die Meinung ausspricht, diese beiden Säuren hätten viele Aehnlichkeit mit einander.

Mehrmals habe ich ziemlich große Mengen vom fetten Oel des weißen Senfs mit Alkohol behandelt, ohne indeß damit irgend einen geschwefelten Körper auszuziehen; dagegen ist ein solcher in sehr beträchtlicher Quantität in dem gepülverten und stark ausgepressten Saamen enthalten, und ein Decoct desselben, welches, wie schon gesagt, vom sauren apfelsauren und vom citronsäuren Kalk befreit worden ist, giebt, mit schwefelsaurem Kupfer und einem desoxydirenden Körper, z. B. schwefliger Säure, versetzt, Kupferschwefelcyanür (d. h. eine dem Kupferoxydul entsprechende Verbindung. *P.*), erkennbar an seiner weißen Farbe und seiner Unlöslichkeit. Außer daß dasselbe Decoct, bei Destillation mit Schwefelsäure oder Weinsäure, Schwefelcyanwasserstoffsäure giebt, hört es, nach Zusatz von etwas Oxalsäure, auch auf die Eisenoxysalze zu färben, und verhält sich also in dieser Hinsicht ganz wie alle übrigen Schwefelcyanüre. Wenn man überdieß erwägt, daß allemal, wenn die HH. Henry und Garot ihre Säure mit Basen verbanden, Flocken einer fremden Substanz niederfielen, so bleibt es nicht mehr zweifelhaft, daß man die Schwefelsäure von der Liste der Säuren austreichen müsse.

Die Zusammensetzung des weißen Senfsaamens ist merkwürdig genug, um hier noch angeführt zu werden; der Senf enthält nämlich: ein ätherisches und ein fettes Oel, einen gelben Farbestoff, Eiweiß, und eine weiße krystallisirbare Substanz, aufgefunden von den HH. Henry und Garot; ferner citronsäuren und doppelt-apfelsauren Kalk, Schwefelcyanalcium, und endlich freien Schwefel.

XIV. *Ueber den Mineralkermes;
von J. J. Berzelius.*

(Aus dessen Jahresbericht, No. 10. S. 99. des Originals.)

Die Meinung über die Natur des Kermes antimonialis ist lange getheilt gewesen; man hat ihn angesehen: für hydrothionsaures Antimonoxyd, für eine Verbindung dieses vermeintlichen Salzes mit Antimonoxyd, für Schwefelantimon, und für eine Verbindung dieses mit Antimonoxyd. In den Versuchen über die Schwefelalkalien und deren Verhalten gegen mehrere der elektronegativen Schwefelmetalle, welche ich der K. Academie im J. 1821 mittheilte, habe ich gezeigt, daß der Kermes nichts anderes als Schwefelantimon ist, und daß seine Bildung auf der Gegenwart einer Verbindung von Schwefelkalium und Schwefelantimon beruhet, einer salzähnlichen Verbindung, in welcher der Sauerstoff durch Schwefel ersetzt ist, und welche zwar in siedender Lösung Bestand hat, beim Abkühlen aber auf die Weise zersetzt wird, daß eine Portion des elektronegativen Bestandtheils niederfällt und ein basisches Salz in der Flüssigkeit zurückbleibt, aus welcher durch vorsichtiges Hinzusetzen einer Säure noch mehr von demselben Körper gefällt werden kann. Später habe ich Gelegenheit gehabt zu zeigen, daß der Kermes immer eine geringe Quantität alkalischer Schwefelbasis mit niederreißt, die nicht durch Wasser ausgewaschen werden kann, und H. Rose hat bei einer Analyse des Kermes auf trockenem Wege gefunden, daß dessen Zusammensetzung: SbS^3 ist (dies. Ann. Bd. 79. S. 448.).

Ich glaubte, daß die vielen Versuche, welche ich auch sonst noch angeführt habe, die Natur des Kermes hinlänglich dargethan hätten, auch für den Fall, daß er bei gewissen Bereitungsarten, mit Antimonoxyd-Kali oder

mit Crocus Antimonii, einer Verbindung von Antimonoxyd und Schwefelantimon, vermenget erhalten würde. — Allein allzu ausführliche Untersuchungen gewähren oft nicht die Ueberzeugung, auf welche man gerechnet hat. Viele Leser wollen ihre Kenntnisse gar zu eilig einsammeln, und ermüden bei einer detaillirten Beschreibung; und so ist es auch vermuthlich der Auseinandersetzung meiner Versuche ergangen.

Robiquet suchte kurz darauf zu beweisen, daß ich mich geirrt habe; Buchner zog mit Cremor Tartari Antimonoxyd aus dem Kermes, und endlich hat Henry der Sohn zu beweisen gesucht, daß der Kermes aus 2 Atomen Schwefelantimon und 1 Atome Antimonoxyd bestehe, also mit Crocus Antimonii einerlei sey. Ich habe auf deren Einwürfe kein großes Gewicht gelegt, weil der Kermes bei gewissen Bereitungsarten nothwendig Oxydverbindungen eingemengt enthalten muß, und weil demnach, wenn auch die Beobachtungen richtig sind, das daraus gezogene Resultat dennoch unrichtig bleibt.

Allein auch Gay-Lussac ist auf Seite der Letzteren getreten (man sehe dies. Ann. Bd. 93, S. 320.), indem er sagt, daß er, obgleich der Kermes nach Berzelius und H. Rose's Untersuchungen nur Schwefelantimon seyn solle, doch durch das verschiedene Ansehen des aus dem Brechweinstein durch Schwefelwasserstoff gefällten Schwefelantimons vom eigentlichen Kermes bewogen, geglaubt habe, den letzteren Stoff untersuchen zu müssen. Er hat deshalb den, nach Cluzel's Methode bereiteten Kermes durch Erhitzung im Wasserstoffgas analysirt, und dabei gefunden, daß er Wasser liefere, etwa 9 Procent Antimonoxyd enthalte, und, wie Henry angegeben, aus 2 Atomen Schwefelantimon und 1 Atome Antimonoxyd bestehe.

Die Achtung vor einer so ausgezeichneten Autorität, wie die von Gay-Lussac, gebietet, diese Widerlegung nicht so leicht wie die vorhergenannten zu über-

gehen. Die Frage, welche, hier zu beantworten ist, kann nicht darin bestehen, ob der von Gay-Lussac analysirte Kermes Antimonoxyd enthalten habe, denn dieß sehe ich nach dem von ihm gelieferten Resultat als unbestreitbar an, sondern darin: *Ob es Kermes antimonialis geben könne, der kein Oxyd enthält.* Sobald dieß bejaht werden kann, ist es gleichgültig, ob Dieser oder Jener einen Oxydgehalt im Kermes findet, da man weiß, daß der Kermes, wenn er auf nassem Wege bereitet wird, sowohl Antimonoxyd-Kali als Crocus Antimonii eingeengt enthalten kann, und da außerdem dieses Schwefelmetall, wie so viele andere auf nassem Wege bereiteten Schwefelmetalle, sich beim Trocknen, sobald dieß nicht im luftleeren Raum geschieht, zum Theil oxydirt, worin es auch, obgleich langsamer, selbst im trocknen Zustande fortfährt, wodurch es dann bei Aufbewahrung allmählig immer blässer wird. Es ist leicht einzusehen, daß Gay-Lussac's Untersuchung nicht auf dieses Ziel gerichtet war. H. Rose, welcher, durch Gay-Lussac's Versuche veranlaßt, seine früheren Analysen wiederholte (dies. Ann. Bd. 93. S. 324.), hat dieselben nicht unrichtig gefunden, vielmehr dabei gezeigt, daß bei der von Cluzel angegebenen Methode zur Bereitung des Kermes ebenfalls Antimonoxyd-Kali gebildet wird, und Gay-Lussac hat sich überzeugt, daß das bei seinen Versuchen aus dem Kermes mit Wasserstoff reducirte Antimon freies Alkali enthielt.

Wäre das Oxyd ein wesentlicher Bestandtheil, so müßte es sich bei einer Temperatur, die nicht $+50^{\circ}$ C. übersteigt, durch Digestion mit Cremor Tartari ausziehen lassen, denn bei dieser Temperatur wird der Kermes, gleich wie das rothe Selenpulver, schwarz; auch müßte er sich in oxydfreies Schwefelantimon verwandeln, wenn man ihn mit concentrirter Salzsäure behandelt, oder wenn man ihn mit Schwefelkalium (KS) oder wasserstoffschwefligen Schwefelammonium digerirt, oder wenn man Schwe-

felwasserstoffgas durch ein Gemenge desselben mit Wasser leitet. Crocus Antimonii ($\text{Sb} + 2\text{SbS}^3$), auf diese Weise behandelt, verwandelt sich sogleich in Kermes; der Kermes aber wird durch diese Reagentien nicht verändert, vielmehr geht er in Crocus über, wenn man ihn im feuchten Zustande mit Chlorantimon mengt und Wasser in kleinen Portionen, unter oftmaligem Umschütteln, hinzusetzt.

Schmilzt man Schwefelantimon mit schwarzem Fluß zusammen und kocht diese Masse mit Wasser, so erhält man Kermes in Menge, obgleich hier doch kein Antimonoxyd zugegen seyn kann, da es beim Schmelzen durch die Kohle reducirt worden seyn muß.

Ein so bereiteter Kermes, der im luftleeren Raum getrocknet und geschmolzen worden ist, müßte, bei Reduction mit Wasserstoffgas, nach Gay-Lussac's Ansicht, Wasser und $76\frac{1}{4}$ Procent Antimon geben, nach der meinigen dagegen, kein Wasser und nur $72\frac{3}{4}$ Procent Antimon. Man mag es entschuldigen, wenn ich den Versuch für überflüssig halte.

XV. Mittel, die Gegenwart von Chlormetallen in Brommetallen aufzufinden.

(Journ. de Pharmacie Année 1830, p. 442. Auszug.)

Hr. Cailliot, der die Bemerkung gemacht, daß das neutrale chromsaure Kali keinen Niederschlag in der Lösung des Quecksilberbromid hervorbringt, sobald dieß frei von Quecksilberchlorid ist, hat daraus mehrere Verfahren abgeleitet, einen Chlorgehalt in Brommetallen aufzufinden.

Um Bromkalium auf seine Reinheit zu prüfen, rath er, dasselbe mit schwefelsaurem Quecksilberoxyd und

Manganhyperoxyd zusammenzureiben, das Gemenge in einer Retorte zweckmässig zu erhitzen, und das Sublimat, nach Auflösung in Wasser, mit einer Lösung von chromsaurem Kali zu versetzen; hält dasselbe Quecksilberchlorid, so zeigt sich nach einigen Minuten eine Menge rother Pünktchen von chromsaurem Quecksilberoxyd.

Die Uebertragung des Broms und Chlors auf das Quecksilber kann auch, nach ihm, dadurch geschehen, daß man das unreine Bromkalium, in Wasser gelöst, mit einer sehr verdünnten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul versetzt; im Fall das Bromkalium Chlor enthält, fällt dann ein Gemenge von Quecksilberchlorür und Quecksilberbromür nieder, welches man, nachdem es gewaschen ist, durch Zusatz von etwas Brom in ein lösliches Gemenge von Bromid und Chlorid verwandeln und hierauf, wie vorhin, mit chromsaurem Kali prüfen kann.

Zur Auffindung von Chlor im Bromsilber hat man dasselbe mit Schwefelwasserstoff zu zersetzen, die Flüssigkeit, nachdem sie durch Kochen vom Ueberschufs des Letzteren befreit ist, mit Quecksilberoxyd zu sättigen, und dann mit chromsauren Kali zu behandeln.

ANNALEN DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1830, ELFTES STÜCK.

I. *Untersuchungen über die Cyansäure;* *von J. Liebig und F. Wöhler.*

Nach der für die chemische Theorie so folgenreichen Entdeckung des Cyans, machte man Versuche, seine so merkwürdige Analogie mit Chlor und mit Schwefel, auch in Beziehung auf den Sauerstoff weiter zu verfolgen, um eine Oxydationsstufe von diesem zusammengesetzten Radical aufzufinden. Der berühmte Entdecker des Cyans selbst, hatte schon diese Idee angeregt. Ganz der Analogie mit Chlor und Schwefel folgend, versuchte man, durch gegenseitige Einwirkung von Alkali und Cyan, eine Cyansäure zu erzeugen. Es gelang in der That, durch Auflösung von Cyangas in kaustischem Alkali, oder durch Glühen von Alkali in Cyangas, ein Gemenge von Cyanmetall und cyansaurem Alkali zu erhalten, und die Existenz einer Cyansäure war hierdurch so leicht zu beweisen, daß hierzu die damals angestellten, unvollständigen Versuche schon hinreichten *). Es wurden bald nachher noch andere Wege aufgefunden, wodurch sich diese Säure leicht und in größerer Menge erzeugen liefs. Man fand,

*) Dies. Ann. Bd. 71. S. 95.

dafs sie in Verbindung mit starken Basen, selbst in hoher Temperatur, eine grofse Beständigkeit besitzt, und in Folge dieses Umstandes war es möglich, sie auf einem ganz unerwarteten Wege und in solcher Menge zu bilden, dafs man sich zu ausgedehnteren Untersuchungen über ihre Natur hinreichendes Material verschaffen konnte. Diese andere Darstellungsweise bestand darin, dafs man ein Cyanmetall durch Glühen mit einem sauerstoffreichen Körper in cyansaures Metalloxyd verwandelte, ohne dafs hierdurch der Kohlenstoff des Cyans zu Kohlensäure oxydirt wurde. Hierzu eignete sich am besten ein Gemenge von Cyaneisenkalium mit salpetersaurem Kali, und ganz vorzüglich mit Mangansuperoxyd, aus welchem nach dem Glühen cyansaures Kali durch kochenden Alkohol ausgezogen und krystallisirt erhalten werden konnte *).

Allein alle Versuche, welche zur Isolirung dieser Säure angestellt wurden, mislangen, indem es sich bald ergab, dafs sie sich in dem Augenblick, wo man sie von einer Basis abschied, mit dem bei ihrer Abscheidung gegenwärtigen Wasser zersetzte, und dafs nur ein kleiner Theil, mit dem sich entwickelnden Kohlensäuregas entweichend, für kurze Zeit der Zersetzung entging, und sich durch einen höchst stechenden, der Essigsäure ähnlichen Geruch zu erkennen gab. Ein wenig beständiger liefs sie sich durch Zersetzung ihres in Wasser suspendirten Silbersalzes durch Schwefelwasserstoffgas erhalten **), und, wie es schien, mit einer bestimmten Proportion Wasser chemisch verbunden, jedoch auch nur von höchst geringer Beständigkeit, durch Zersetzung des trocknen Silbersalzes mittelst trocknen Chlorwasserstoffgases ***). — Die Producte von der Zersetzung der Cyansäure mit Wasser waren Ammoniak und Kohlensäure, und diese

*) Dies. Ann. Bd. 77. S. 117.

**) Kastner's Archiv, Bd. VI. S. 148.

***) Dies. Ann. Bd. 81. S. 386.

Zersetzungsweise bot eine leichte Methode dar, ihre, schon im Voraus supponirte quantitative Zusammensetzung so zu bestimmnn, wie sie sich auch durch später angestellte Analysen, im Einklang mit ihrem sämmtlichen Verhalten, vollkommen bestätigt hat *).

Bei näherer Untersuchung ihrer Salze wurde nachher die, für die organische Chemie vielleicht folgenreiche Entdeckung gemacht, dafs diese Cyansäure mit Ammoniak einen, nicht wieder in Cyansäure und Ammoniak zerlegbaren Körper, nämlich Harnstoff, erzeugt, oder auch umgekehrt, dafs der in dem Harn der Thiere vorkommende Harnstoff dieselbe Zusammensetzung hat, wie sie das cyansaure Ammoniak, nach der Berechnung aus der Sättigungscapacität der Säure, haben müfste, ohne dafs er die Natur eines Salzes hat **). — Nicht minder räthselhaft war die, mit der Geschichte der Cyansäure zusammenhängende, kurz zuvor entdeckte Thatſache, dafs der in dem Brugnatellischen Knallquecksilber enthaltene Körper eine Säure ist, welche, ungeachtet der verschiedensten Eigenschaften, genau dieselbe Zusammensetzung wie diese Cyansäure hat ***).

Nachdem es sich durch die Analysen ergeben hatte, dafs die Cyansäure aus gleichen Atomen Sauerstoff und Cyan zusammengesetzt sey, entdeckte *Serullas* eine Verbindung von Chlor mit Cyan, welche sich mit Wasser in Chlorwasserstoffsäure und eine feste, krystallisirte, mit Wasser sich nicht zersetzende Cyansäure verwandelte, die, nach seiner Analyse, auf 1 Atom Cyan 2 Atome Sauerstoff enthielt †). Mit Recht also schien dieser neuen Säure der Name *Cyansäure* zuzukommen, und die vorher bekannte *cyanige Säure* genannt werden zu müssen.

*) Dies. Ann. Bd. 77. S. 122.

**) Dies. Ann. Bd. 88. S. 253.

***) Dies. Ann. Bd. 77. S. 108.

†) Dies. Ann. Bd. 90. S. 450.

Bei näherer Untersuchung der Eigenschaften des mit diesem Gegenstande in so naher Beziehung stehenden Harnstoffs, wurde ferner gefunden, daß diese Substanz bei der trocknen Destillation in kohlen-saures Ammoniak und in die von Serullas entdeckte Cyansäure zerlegt werde *). Auch wurde bei derselben Untersuchung gefunden, daß die ursprünglich von Scheele entdeckte, bisher für eine eigenthümliche Säure gehaltene, sogenannte brenzliche Harnsäure vollkommen mit dieser Cyansäure übereinkommt, und daß das Sublimat von der trocknen Destillation der Harnsäure zum Theil aus Cyansäure und zum Theil aus Harnstoff besteht.

So weit war man mit den Untersuchungen über diese, nach vielen Seiten sich verzweigende Materie gekommen, und sie liefs noch so Vieles zur weiteren Aufklärung und Bearbeitung übrig, daß wir uns vereinigten, durch eine gemeinschaftliche Arbeit diesen, mitunter so räthselhaft scheinenden Gegenstand wenigstens bis zu einem gewissen Grad der Abgeschlossenheit zu bringen. Die wichtigste Folgerung, welche uns aus dieser in den folgenden Blättern mitgetheilten Untersuchung hervorzugehen scheint, ist: daß wir mehrere, der künstlichen Harnstoff-Bildung analoge Fälle, neue Beispiele der Umwandlung eines Körpers in einen anderen, ohne Veränderung der Zusammensetzung, neue Fälle von Isomerie, analog den beiden Zinnoxiden, den beiden Phosphorsäuren und beiden Weinsäuren, nachweisen zu können glauben.

Harnstoff.

Die Erzeugung des Harnstoffs aus cyaniger Säure und Ammoniak stimmt mit der Analyse von Prout so vollkommen überein, daß man die Zusammensetzung dieses Körpers als eine der chemischen Thatsachen betrachten kann, deren Richtigkeit völlig erwiesen ist; allein dessen ungeachtet sind die Producte der trocknen Destilla-

*) Dies. Ann. Bd. 91. S. 622.

tion, die nach den bisherigen Erfahrungen aus Cyansäure, Kohlensäure und Ammoniak bestehen, mit dieser Zusammensetzung ganz unverträglich, wie man dies im Bd. 91. S. 629. dieser Annalen näher entwickelt findet. Die Entstehung der Cyansäure, als eines Körpers, welcher mehr Sauerstoff als der Harnstoff enthält, bleibt ganz unerklärlich, im Fall nämlich, außer dem Ammoniak, keine andere wasserstoffhaltige Cyanverbindung dabei gebildet, oder Stickstoff oder Kohlenstoff dabei frei wird, von welchem Allem man indess nichts bemerkt.

Um uns volle Gewissheit über die entstehenden Producte zu verschaffen, haben wir sie in einem Apparate aufgefangen, in welchem nichts verloren gehen konnte. Wir bemerkten, daß der krystallinische Anflug im Hals der Retorte, in der der Harnstoff destillirt wurde, selbst von Stellen genommen, wo ein Ueberspritzen nicht möglich schien, in Wasser aufgelöst und abgedampft, Krystalle von Harnstoff gab, welcher also offenbar wieder regenerirt war. Dieses Sublimat entwickelte ferner mit Säuren Kohlensäure und cyanige Säure; ein Verhalten, welches, wie wir weiter unten zeigen werden, die Gegenwart eines wirklichen cyanigsauren Ammoniaks anzeigt.

Indem wir ferner die gasförmigen Producte durch einen Ballon mit Salzsäure leiteten, und zwar so, daß die Kohlensäure aufgefangen werden konnte, fanden wir, daß im Anfange des Versuchs nur Ammoniakgas, und erst gegen Ende desselben kohlen-saures Ammoniak entwickelt wurde. Allein die Quantität des gebildeten kohlen-sauren Gases stand durchaus nicht im Verhältniß zu dem entwickelten Ammoniakgas. Von 17 Grm. reinem Harnstoff wurden kaum 92 Cubikcentim. Kohlensäure erhalten. Es ist demnach als gewiß anzunehmen, daß bei der Zersetzung des Harnstoffs eigentlich gar keine Kohlensäure gebildet wird, und daß ihre Entstehung von der Zersetzung des cyanigsauren Ammoniaks durch die zugesetzte Salzsäure herzuleiten ist.

Wäre im Verhältniß zu dem angewandten Harnstoff nur 1 Atom Kohlensäure gebildet worden, so hätten wir von jenen 17 Grm. Harnstoff, statt 92, wenigstens 1000 Cubikcentimeter Kohlensäuregas erhalten müssen. Wir wiederholen hier und anticipiren es, daß das bei der Destillation des Harnstoffs entstehende krystallinische Sublimat in dem Hals der Retorte und der Vorlage cyanigsaures Ammoniak ist, welches, wie das kohlensaure Salz, mit Säuren Kohlensäure entwickelt, und welches beim Erhitzen oder beim Verdunsten seiner wässrigen Lösung in Harnstoff verwandelt wird.

Von einer andern Cyanverbindung, oder von gasförmigem Stickstoff war keine Spur zu bemerken; eben so wenig enthielt der Rückstand Oxalsäure.

Erhitzt man Harnstoff nur so lange, bis Cyansäure anfängt sich abzuscheiden, und läßt ihn dann erkalten, so besteht der Rückstand aus cyansaurem Ammoniak, und er enthält, außer etwas unzersetztem Harnstoff, keine andere Verbindung.

Durch diese Untersuchung waren nun zwar die Zersetzungsproducte der trocknen Destillation des Harnstoffs auf zwei reducirt, auf Ammoniak, das größtentheils entwich, und auf Cyansäure, die größtentheils zurückblieb; allein dennoch war die Entstehung der Cyansäure nicht weniger unerklärlich als zuvor. Wir beschlossen daher, uns nochmals von der Richtigkeit der Zusammensetzung des Harnstoffs zu überzeugen, und stellten demnach eine neue Analyse desselben an; wir nahmen dazu einen farblosen krystallisirten Harnstoff, welcher durchaus keine Neigung zum Feuchtwerden oder zum Zerfließen zeigte.

Bei 100° C. erhitzt, verlor er nichts an seinem Gewichte. Mit Kupferoxyd verbrannt, lieferte er ein Gasgemenge, welches aus gleichen Raumtheilen Stickstoff und Kohlensäure bestand. Salpetersaurer Harnstoff *), auf

*) Nach Prout aus $(N^2C^3O + OH^2 + N^2H^6) + 2N^2O^5$ bestehend, was durch diese Analyse bestätigt wird.

gleiche Weise zersetzt, lieferte Stickstoff und Kohlensäure in dem Verhältniß $= 2 : 1$.

0,0734 Grm. Harnstoff lieferten, bei 0° und 28" Barometerstand, 54,44 Cubikcentimeter Gas.

1,200 Grm. lieferten ferner 0,725 Grm. Wasser.

Die Analyse giebt also in 100 Theilen folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	20,02
Stickstoff	46,73
Wasserstoff	6,71
Sauerstoff	26,54
	<u>100,00.</u>

Diese Resultate stimmen mit denen von Prout und mit der atomistischen Zusammensetzung einer Verbindung von 1 Atom cyansäuren Ammoniak und 1 At. Wasser so genau überein, daß ihre Richtigkeit nicht weiter bezweifelt werden kann.

Nothwendig mußte nun aber auch die Zusammensetzung der Cyansäure, so wie sie Serullas angegeben hat, sehr verdächtig werden, denn, wenn sie richtig wäre, bliebe die Entstehung dieser Säure bei der Harnstoff-Destillation ein mit den gewöhnlichen Naturgesetzen ganz unvereinbares Räthsel. Wir haben uns demnach genöthigt gefunden, die Cyansäure einer neuen Untersuchung zu unterwerfen.

Analyse der Serullas'schen Cyansäure.

Der weiße oder gelblichweiße Körper, d. h. die noch unreine Cyansäure, welche nach der Destillation des Harnstoffs zurückbleibt, enthält stets eine gewisse Menge Ammoniak, von welcher man sie in allen Fällen durch Auflösen in einer Säure befreien muß.

Aus diesem Rückstande erhält man die Cyansäure schnell und vollkommen rein; wenn man ihn in heißem Vitriolöl auflöst, und so lange tropfenweis Salpetersäure

hinzuschüttet, bis alles Aufbrausen aufgehört und die Flüssigkeit farblos geworden ist. Dem erkalteten Vitriolöl setzt man alsdann Wasser zu, wodurch die Cyansäure als ein blendend weißes krystallinisches Pulver niederschlagen wird.

Ferner kann man die gelb gefärbte Cyansäure auch dadurch reinigen, daß man sie in kochendem Chlorwasser auflöst und dann krystallisiren läßt, oder, daß man durch unreine, in Wasser suspendirte Cyansäure Chlorgas streichen läßt, wobei sie sich auflöst und hernach vollkommen weiß wieder aus der Flüssigkeit absetzt, in dem Maasse, als diese ihren Chlorgehalt verliert und sich Salzsäure erzeugt.

In den schönsten und größten Krystallen erhält man die Cyansäure, wenn man ihre kochendheiß gesättigte Lösung auf einer $+60^{\circ}$ bis 80° warmen Sandkapelle bis etwa zur Hälfte verdunsten und langsam mit der Kapelle abkühlen läßt.

Die krystallisirte Cyansäure enthält eine gewisse Portion Wasser, welches sie schon an der Luft verliert, wobei sie zu einem weißen Pulver zerfällt. Obgleich dieser Wassergehalt schon früher ausgemittelt worden ist, so haben wir doch eine neue Bestimmung nicht für überflüssig gehalten.

1,322 Th. krystallisirter Säure verloren, bis 100° erhitzt, 0,285 Th. Wasser, d. h. 21,56 Procent. Der Sauerstoffgehalt dieses Wassers beträgt, wie sich weiterhin ergeben wird, zwei Drittel des Sauerstoffgehalts der trocknen Säure.

Zur Bestimmung des Atomengewichts der Cyansäure haben wir ihre Verbindungen mit Silberoxyd und mit Kali angewandt.

Das cyansaure Silberoxyd erhält man durch Fällung von neutralem salpetersauren Silberoxyd mit cyansaurem Ammoniak in Gestalt eines weißen, flockigen Niederschlags, welcher trocken vom Lichte nicht geschwärzt wird.

0,705 cyansaures Silber gaben	0,565 Chlorsilber
0,665	0,528
<hr/> 1,370	<hr/> 1,093.

Dieses Salz besteht demnach aus:

Silberoxyd	64,45
Cyansäure	35,55
	<hr/> 100,00

und das Atomengewicht der Säure, nach oben stehendem Mittel berechnet, ist = 797,371, das des Silberoxyds zu 1451,607 gesetzt.

Das krystallisirte cyansaure Kali, welches man durch Auflösen der Säure in Kali und Abdampfen bekommt, ist stets ein saures Salz, selbst wenn die Flüssigkeit Kali in Ueberschuß enthält.

Das neutrale cyansaure Kali erhält man, wenn man die alkalische Auflösung der Cyansäure mit Weingeist vermischt, in Gestalt eines aus höchst feinen Krystallnadeln bestehenden weißen Niederschlags. Aufgelöst und abgedampft giebt das neutrale Salz wieder Krystalle von dem sauren Salz, und die Flüssigkeit wird alkalisch. Bei der trocknen Destillation wird es, unter starkem Aufkochen, in sublimirendes kohlenaures Ammoniak und in zurückbleibendes cyanigsaures Kali zersetzt.

Das saure cyansaure Kali ist im Wasser sehr schwerlöslich und krystallisirt in glänzendweißen Würfeln. Erhitzt man es bis zum Schmelzen, so entwickelt sich cyanige Säure, es sublimirt ein weißer, im Wasser unlöslicher Körper, und es bleibt cyanigsaures Kali zurück. Dabei entwickelt sich weder Kohlensäure noch Stickgas, und das trockne Salz schwärzt sich nicht.

0,540 Grm. saures cyansaures Kali lieferten 0,235 Chlorkalium. Das Salz besteht demnach aus:

Cyansäure	72,6
Kali	27,4

und ist, wie sich aus dem Vergleiche mit dem Silbersalz ergibt, ein zweifach-cyansaures Salz. Das Atomengewicht der Säure, danach berechnet, ist 776,5, das des Kali's zu 589,916 angenommen.

Um die Zusammensetzung der Cyansäure zu bestimmen, wurde dieselbe mit Kupferoxyd verbrannt; sie lieferte dabei ein Gasgemenge, worin sich die Kohlensäure zum Stickgas wie 2 : 1 verhielt.

I. 0,080 Grm. wasserfreier Säure lieferten, bei 0° und 28" B., 61,2 Cubikcentimeter Gas = 20,4 C. C. Cyangas.

II. 0,079 Grm. derselben Säure gaben unter gleichen Umständen 60,69 C. C. Gas = 20,23 C. C. Cyangas.

Berechnet man danach die Zusammensetzung der Cyansäure, so erhält man aus:

I. 48,75 Cyan auf 31,25 Sauerstoff

II. 47,44 - - 31,56

96,19 Cyan auf 62,81 Sauerstoff.

Dieses Verhältniß von Cyan und Sauerstoff ist identisch mit dem von 329,911 Cyan auf 200,0 Sauerstoff, oder von 1 Atom des ersteren auf 2 Atome des letzteren; ein Resultat, welches mit der Analyse von Serullas genau übereinstimmt.

Wir gestehen, daß uns dieses Resultat in nicht geringe Verlegenheit setzte, denn der Zweck unserer Untersuchungen, nämlich eine befriedigende Erklärung von der Entstehung dieser Säure aus dem Harnstoff zu erlangen, schien uns durch diese Zusammensetzung der Cyansäure ganz unmöglich gemacht zu seyn. Das ganz eigenthümliche Verhalten der cyanigen Säure zum Ammoniak, wir meinen die Bildung des Harnstoffs, schien ein Geheimniß der organischen Natur zu verbergen, welches zu enträthseln uns zu neuen Versuchen anspornte, wenn auch mit geringer Hoffnung demselben auf die Spur zu kommen. Man wird sehen, daß der Zusammenhang die-

ser Erscheinungen eben so merkwürdig ist, als es das Verhalten des Harnstoffs in anderer Beziehung nur seyn kann.

Nach der Analyse der Cyansäure wurden wir abermals auf die Analyse des Harnstoffs zurückgebracht. Es wurde eine neue Analyse desselben in einem sehr grossen Maassstabe angestellt; allein das Resultat war wieder genau das nämliche wie das aller früheren Analysen. Bei den Analysen der Cyansäure indess wurde stets eine gewisse Menge Wasser bemerkt, welche aber dem Kupferoxyd zugeschrieben wurde, indem man, in der Voraussetzung, es mit Cyansäure, d. h. mit einem wasserstofffreien Körper, zu thun zu haben, bei den Zubereitungen zu den Analysen keine aussergewöhnliche Sorgfalt auf die Entfernung der hygroskopischen Feuchtigkeit aus dem Kupferoxyde verwandte.

Allein bei einem auch in dieser Hinsicht mit allen Vorsichtsmaassregeln angestellten Versuch wurde dessen ungeachtet eine beträchtliche Menge Wasser bemerkt, welche nur einem Wassergehalt der Cyansäure zugeschrieben werden konnte.

Wir erhielten aus 1,200 Grm. vom Krystallwasser befreiter Cyansäure 0,260 Grm. Wasser, d. h. 21,666 Procent.

Bei einem zweiten Versuch wurden von 2,400 Grm. wasserfreier Cyansäure 0,515 Grm. Wasser, d. h. 21,46 Procent, erhalten.

Ein dritter Versuch endlich, mit 0,324 Grm. getrockneter Cyansäure, die von Serullas selbst aus Chlorcyan bereitet worden war, gab 0,07 Grm. Wasser, d. h. 21,605 Procent.

Nichts möchte nun vielleicht auffallender scheinen, als dass uns dieser Wasserstoffgehalt anfänglich entgehen konnte; allein dieser Fehler liess sich leichter beheben als vermeiden, wenn man, wie wir, ganz von der Ueberzeugung durchdrungen war, dass unsere ersten Analysen,

bei denen der Wasserstoffgehalt nicht berücksichtigt wurde, die Richtigkeit der von Serullas angegebenen Zusammensetzung bereits bewiesen hätten.

Sieht man den zweiten Versuch, weil er mit der größeren Quantität angestellt wurde, als den richtigeren an, so enthält die wasserfreie Cyansäure 2,39 Procent Wasserstoff, was auf die 159 Th., welche vorhin zerlegt wurden, 3,80 ausmacht.

Die Zusammensetzung der Serullas'schen Cyansäure ist also, nach unseren Versuchen:

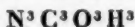
	in 159 Th.	in 100 Th.
Cyan	96,19	60,496
Sauerstoff	59,01	37,114
Wasserstoff	3,80	<u>2,390</u>
	159,00	100,000.

Bringt man diese Verhältnisse auf das aus der Zusammensetzung der Salze hervorgehende Atomengewicht der wasserfreien Säure, so besteht dieselbe also aus:

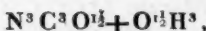
		in 100 Theilen.
3 Atomen Cyan	494,866	60,825
3 - Sauerstoff	300,000	36,874
3 - Wasserstoff	<u>18,719</u>	<u>2,301</u>
	813,585	100,000.

Das Resultat unserer Analysen weicht demnach, wie man sieht, nur durch den Wasserstoff, welchen wir in der Cyansäure auffanden, von der Angabe Serullas's ab; allein durch die Auffindung dieses Wasserstoffgehalts wird das vorhin ganz unerklärlich scheinende Räthsel, welches die Producte der trocknen Destillation des Harnstoffs darboten, auf eine eben so leichte als überraschende Weise vollständig gelöst.

In der That läßt sich die wasserfreie Cyansäure, wie es ihre Formel

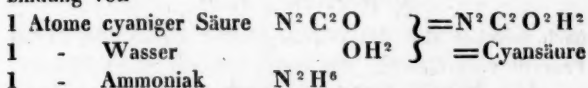


zeigt, auch als



d. h. als eine eigenthümliche Verbindung von cyaniger Säure und Wasser betrachten, und dieser Umstand erklärt den Uebergang der cyanigen Säure in Cyansäure, wie er bei der Destillation des Harnstoffs statt findet, vollkommen.

Der Harnstoff läßt sich bekanntlich als eine Verbindung von

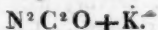


betrachten. Bei der trocknen Destillation geht das Ammoniak davon, und die cyanige Säure verbindet sich mit den Elementen des Wassers zu Cyansäure. Die letztere bleibt, wenn die Hitze nicht zu sehr verstärkt wird, im Destillationsgefäß zurück (wiewohl immer mehr oder weniger ammoniakhaltig); bei einer gewissen Temperatur verwandelt sich aber die Cyansäure wiederum in cyanige Säure, wie man im folgenden Abschnitt näher entwickelt findet, und indem diese sich verflüchtigt und mit dem Ammoniak verbindet, entsteht im Halse der Retorte das vorhin erwähnte Sublimat.

Auf ähnliche Weise erklärt sich der Umstand, daß das cyansaure Kali, sowohl das neutrale als das saure, bei Erhitzung einen Rückstand von cyanigsaurem Kali giebt.

Daß bei Destillation des neutralen cyapsauren Kali's nicht bloß Wasser, sondern auch cyanige Säure fortgeht, wie es die Entwicklung des kohlensauren Ammoniaks beweist, hat darin seinen Grund, daß die beiden Säuren eine ungleiche Sättigungscapacität besitzen.

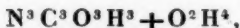
Ein neutrales cyanigsaures Salz, z. B. das von Kali, hat die Zusammensetzung:



Neutrales cyansaures Kali dagegen besteht aus:

$N^3 C^3 O^3 H^3 + K$ oder aus $1\frac{1}{2}(N^2 C^2 O) + 1\frac{1}{2}OH^2 + K$ und daraus sieht man, daß $\frac{1}{2}$ Atom cyaniger Säure und $1\frac{1}{2}$ Atom Wasser, d. h. die Bestandtheile des kohlen-sauren Ammoniaks, unbeschadet der Neutralität fortgehen können.

Der Wassergehalt der krystallisirten Cyansäure wurde vorhin zu 21,56 Procent gefunden; dieß stimmt mit der Formel:



nach welcher also der Wassergehalt 2 Atome oder 21,661 Procent vom Gewicht der wasserhaltigen Säure beträgt.

Das Wasser, welches man durch Verbrennung der trocknen Säure erhält, macht dagegen, wie man leicht aus der Formel sieht, nur $1\frac{1}{2}$ Atome aus. Der Rechnung nach beträgt es 20,738 Procent vom Gewicht der trocknen Säure; durch den zweiten der obigen Versuche wurde es zu 21,46 gefunden, was nahe genug damit übereinstimmt.

Es bleibt nun noch die Frage zu berühren, ob die Elemente des Wassers in der Cyansäure als Wasser, oder ob sie nur als solche, wie Wasserstoff und Sauerstoff im Alkohol, enthalten seyen, das heißt, ob diese Cyansäure eigentlich eine wasserhaltige cyanige Säure, $= N^3 C^3 O^{\frac{1}{2}} + O^{\frac{1}{2}} H^3$, oder eine ganz eigenthümliche, den stickstoffhaltigen organischen Säuren analog zusammengesetzte Säure sey, $= N^3 C^3 O^3 H^3$. Aus den nachher zu erwähnenden Verhältnissen, und aus dem Verhalten dieser Säure zu Schwefelsäure, und ganz besonders zu den Basen, glauben wir uns unbedingt für die letztere Ansicht entscheiden zu müssen. Kochende Schwefelsäure löst die Säure auf, ohne ihr Wasser zu entziehen, und in den genannten cyansauren Salzen findet man den ganzen Wasserstoffgehalt der Säure wieder.

Hieraus geht aber hervor, daß diese Säure auf keinen Fall den Namen Cyansäure behalten kann, und daß

dieser Name der ursprünglich so genannten, nachher als cyanige Säure bezeichneten Säure wiedergegeben werden muß. Für die sogenannte Cyansäure aber schlagen wir, bis aus einem wissenschaftlicheren Nomenclatur-Princip ein besserer hervorgehen wird, einstweilen den Namen *Cyanursäure* vor, um damit zugleich ihre Beziehung zum Cyan und ihre Entstehung aus den beiden Hauptbestandtheilen des Harnes (*ὕρπος*) anzudeuten.

Aus diesen veränderten Begriffen von der Natur und Zusammensetzung der Cyanursäure möchte nun auch hervorgehen, daß die Natur und Zersetzungsweise des Chlorecyans, woraus diese Säure entsteht, noch nicht hinreichend ausgemittelt ist und nothwendig eine neue Untersuchung erfordert *).

Wasserhaltige Cyansäure **).

Wir haben schon früher gezeigt, daß bei der trocknen Destillation der Cyanursäure eine flüchtige Flüssigkeit

*) Dies läßt sich zum Theil aus Serullas eigenen Versuchen nachweisen (dies. Ann. Bd. 90. S. 449.). Serullas bekam nämlich bei der Verbrennung des Chlorecyans mit Kupferoxyd eine bedeutende Menge salpetriger Säure, und deshalb weniger als 1 Maafs Stickgas gegen 2 Maafs Kohlensäure. Die Menge des Cyans, aus dem Stickgas berechnet, fällt also zu klein aus. Berechnet man sie aus der Kohlensäure, so erhält man für die Zusammensetzung des festen Chlorecyans die Formel $N^3C^3Cl^4$, während sie, nach Serullas, $N^3C^2Cl^4$ ist.

Indefs bleibt auch nach dieser Berichtigung die Entstehung der Cyansäure aus dem Chloreyan so räthselhaft wie vorhin, wenn wirklich der letztere Körper nur Chlor und Cyan enthält. Bestände derselbe aber aus Chlor und *Cyanwasserstoffsäure*, gemäfs der Formel $N^2C^3H^2 + Cl^4$, so würde die Entstehung der Cyanursäure sehr begreiflich seyn.

**) Unter einer wasserhaltigen Säure verstehen wir, mit Berzelius, eine Säure mit chemisch gebundenem Wasser, welches darin die Stelle der Basen vertritt.

sigkeit übergeht, welche wir für wasserfreie, isolirte cyanige Säure hielten. Sie ist damals nur unvollständig untersucht worden, wir können sie nun ausführlicher beschreiben.

Ihre Darstellung ist ganz leicht. Man erhitzt zu diesem Endzweck reine Cyanursäure, um sie von allem Krystallwasser zu befreien, füllt sie in eine kleine Retorte und erhitzt diese nach und nach, zuletzt bis zu anfangendem Glühen. An den Hals der Retorte legt man eine Vorlage, die man mit einer kalt machenden Mischung von Eis und Kochsalz umgiebt. Es geht bald eine farblose Flüssigkeit in bedeutender Menge über, die gewöhnlich von einer darin schwimmenden Substanz ein wenig unklar ist.

Die so erhaltene Flüssigkeit ist *wasserhaltige Cyansäure*. Sie ist ein farbloses, dünnflüssiges Liquidum; sie hat einen höchst durchdringenden, stechenden, der concentrirten Essigsäure ähnlichen Geruch; sie scheint sehr flüchtig zu seyn, und sich, mit anderen Gasen gemengt, leicht und lange gasförmig zu erhalten; ihr Dampf reagirt auf Lackmuspapier stark sauer, reizt die Augen sogleich zu starkem Thränen, und verursacht an den Händen ein heftiges Beissen. Vor allen anderen Materien ist sie durch ihre Wirkung auf die Haut ausgezeichnet; der kleinste Tropfen, auf die Haut gebracht, erzeugt darauf, in einem Augenblick und unter heftigen Schmerzen, eine weisse Blase. Daher sind auch alle Versuche mit dieser Säure mit großer Vorsicht anzustellen. — Der Dampf der wasserhaltigen Cyansäure läßt sich nicht entzünden.

Diese liquide Säure hat nur sehr geringe Beständigkeit, und dieß ist die Ursache, warum wir über ihre übrigen physikalischen Eigenschaften nichts anzugeben wissen. Nimmt man das Gefäß, worin sie sich condensirt hat, aus der Kältemischung heraus, so wird die Säure, sobald das Gefäß die gewöhnliche Lufttemperatur an-
nehm-

nehmen anfängt, trübe, milchigt, sie fängt an zu kochen verdickt sich breiartig, erwärmt sich dabei bedeutend von selbst, und es entstehen nun in der breiartig gewordenen Masse hinter einander so heftige Explosionen, daß sie umhergeschleudert wird, und man jeden Augenblick das Zerspringen des Gefäßes befürchtet. Die Säure findet man hierauf in eine trockne, feste, geruchlose, schneeweiße Substanz verwandelt. Zu dieser merkwürdigen, von Luft und Feuchtigkeit unabhängigen Veränderung sind, bei gewöhnlicher Temperatur, kaum 5 Minuten Zeit erforderlich. Als eine Portion der Säure in einem wohl verschlossenen Glase in Eis von 0° stehen gelassen wurde, erlitt sie auch bei dieser Temperatur dieselbe Veränderung, jedoch ohne Explosionen. Schon nach einer Stunde war sie in eine vollkommen trockne, sehr harte, schneeweiße Masse verwandelt, ungefähr vom Volum der Säure, die durchaus nicht krystallinisch, aber da, wo sie am Glase festsaß, emailartig glänzend war, und deren Form schon zu erkennen gab, daß sich bei ihrer Entstehung kein Gas entwickelte. Es wäre möglich gewesen, daß diese Zersetzung der Säure durch einen stärkeren Druck verhindert werden könnte, und daher wurde trockne Cyansäure in den einen Schenkel einer gekrümmten Glasröhre eingeschmolzen und erhitzt. Aber die in dem anderen Schenkel sich ansammelnde liquide Cyansäure verwandelte sich eben so schnell, unter starkem Kochen und Spritzen, in jene weiße Substanz.

Versucht man, die Cyansäure durch eine wasserhaltige Säure aus ihren Salzen abzuscheiden, so zersetzt sie sich bekanntlich mit dem Wasser sogleich in Kohlensäure und Ammoniak. Wir leiteten nun direct den Dampf der liquiden Cyansäure in Wasser. Er wurde davon ungefähr so rasch wie Ammoniakgas absorbirt; es dauerte aber nicht lange, so fing die ganze Flüssigkeit an, kleine Blasen von Kohlensäuregas zu entwickeln, und zuletzt, unter freiwilliger Erwärmung, vollkommen aufzubrausen.

Die anfangs sauer reagirende Flüssigkeit wurde beim Verdunsten bald alkalisch, und roch während des ganzen Abdampfens nach Ammoniak. Bis zu einer gewissen Consistenz eingedampft, erstarrte sie beim Erkalten zu einer weissen, undurchsichtigen Substanz, welche sich in Harnstoff und die weisse Substanz zerlegen liess, in welche sich die liquide Säure für sich verwandelt. — Als wir den Dampf von liquider Cyansäure in kleine Stückchen von Eis leiteten, schmolz es rasch, die entstehende Flüssigkeit nahm in hohem Grade den Geruch der Säure an, und entwickelte, so lange sie kalt gehalten wurde, nur einzelne Gasblasen. Sie war also eine Auflösung von wasserhaltiger Cyansäure in Wasser. So wie aber das Gefäß aus dem Eis, worin es lag, herausgenommen wurde, und die umgebende Lufttemperatur anzunehmen anfang, entwickelte sie unter starkem Aufbrausen so stark Kohlensäuregas, wie bei Vermischung einer Säure mit einem kohlensauren Salz. Nach dieser Zersetzung wurde die Flüssigkeit trübe und setzte die mehr erwähnte weisse Substanz pulverförmig ab.

Aus diesem Verhalten der liquiden Cyansäure zu Wasser scheint hervorzugehen, daß sich dabei ein Theil derselben mit dem Wasser in kohlensaures Ammoniak verwandelt, welches wiederum durch einen anderen Theil der Säure, unter Austreibung der Kohlensäure, in Harnstoff zersetzt wird, während sich noch ein dritter Theil der Säure ganz für sich in die weisse Substanz umändert.

Kehren wir nun zu dem ohne Wasser eintretenden, freiwilligen Zersetzungs-Phänomen der Säure zurück, so entstanden hier die Fragen: was ist die weisse Substanz, in welche sich die Säure verwandelt? Was wird dabei ausserdem noch gebildet? Ist diese Veränderung vom Luftzutritt abhängig? Wir wollen die Versuche angeben, deren Resultat uns keine andere Folgerung darzubieten scheint, als daß 1) diese liquide Säure in der That denselben Wassergehalt hat, den man in der Cyanur-

säure annehmen muß, wenn man sich ihre Elemente zu Cyansäure und Wasser zusammengepaart denkt; und daß 2) die weiße Substanz, in welche sich die liquide Säure verwandelt, genau dieselbe Zusammensetzung wie die Cyanursäure, aber andere Eigenschaften hat.

Die weiße, feste, unlösliche Substanz, in welche sich die liquide Cyansäure schnell verwandelt, ist schon früher von Einem von uns entdeckt worden *). Er erhielt dieselbe durch Zusammenreiben von krystallisirter Oxalsäure mit cyansaurem Kali. Es ist klar, daß sie sich in diesem Falle auf dieselbe Weise, wie direct aus der isolirten Säure bildete. Sie bildet sich ferner in ziemlich bedeutender Menge bei der Darstellung der liquiden Cyansäure aus Cyanursäure, während der Condensation der ersteren in dem nicht unter 0° abgekühlten Retortenhals. Das sich hierbei in demselben absetzende weiße Sublimat ist aber zum Theil krystallisirt, und besteht größtentheils aus noch unzersetzter Cyanursäure, die sich durch kochendes Wasser wieder ausziehen läßt. Auf diese weiße Substanz werden wir später zurückkommen.

Um auszumitteln, ob bei der Umwandlung der liquiden Cyansäure in diese weiße Substanz noch ein anderes, vielleicht ein gasförmiges Product gebildet werde, und ob dabei der Zutritt der Luft nothwendig sey, sammelten wir den sauren Dampf, so wie er von der Destillation von der Cyanursäure erhalten wurde, in Röhren über trockenem Quecksilber auf. Eine der Röhren wurde alsdann mit der Mündung in Wasser gestellt; dasselbe drang, indem es das Gas absorbirte, schnell hinein und füllte sie, bis auf eine nicht beachtenswerthe kleine Luftblase aus. Zu dem Säuregas einer zweiten Röhre wurde nur ganz wenig Wasser steigen gelassen. Es absorbirte anfangs das Gas rasch, das Quecksilber stieg, fing aber gleich darauf wieder zu sinken an, indem sich aus der Flüssigkeit mit Aufbrausen Gas entwickelte. Es

*) Dies. Ann. Bd. 91. S. 563.

war reines Kohlensäuregas, und wurde vollständig, und unter Trübung, von Barytwasser verschluckt. — Eine dritte Röhre wurde, bei einer Lufttemperatur von ungefähr $+25^{\circ}$ C., ruhig im Quecksilber stehen gelassen. Nach kurzer Zeit war die innere Wand mit einem weissen Anflug belegt, der nach einigen Stunden so zugenommen hatte, daß die Röhre undurchsichtig geworden war. Das Quecksilber war bedeutend gestiegen. Nach 24 Stunden waren $\frac{2}{3}$ vom Gas verschwunden. Allein von nun an ging dies sehr langsam, offenbar in dem Maasse, als das Gas verdünnter wurde. Nach 8 Tagen waren von 100 Theilen Gas nur noch 6 Th. übrig; als Wasser hinzugelassen wurde, entwickelte dieses von der an den Wänden der Röhre abgesetzten weissen Substanz nur von Neuem Gas, offenbar in Folge von noch etwas unzersetzt gebliebener Säure, welches Gas sich aber nachher sämmtlich als reines Kohlensäuregas auswies, indem es bis auf einen einzigen Theil, von 100 Th., unter starker Trübung gänzlich von Barytwasser absorbirt wurde.

Die bei dem letzten Versuch erhaltenen 6 Th. Kohlensäuregas rühren offenbar von Feuchtigkeit im Quecksilber her, sind also zufällig, und es geht also aus diesen Versuchen hervor: 1) daß bei der Destillation von Cyanursäure, welche dabei keinen Rückstand hinterläßt, ausser liquider Säure, kein gasförmiges Product entsteht; 2) daß sich bei der freiwilligen Zersetzung der liquiden wasserhaltigen Säure kein Gas entwickelt, und überhaupt nichts weiter entsteht, als die unlösliche weisse Substanz; und 3) daß diese Zersetzung ohne den Luftzutritt vor sich geht.

Da die liquide Cyansäure aus der Cyanursäure entsteht, ohne daß hierbei noch ein anderes Product gebildet wird, da ferner diese letztere die Elemente des Wassers, und zwar in dem relativen Verhältniß wie im Wasser, enthält, und da sich endlich die liquide Säure, ohne daß ein anderes Product entsteht, oder ein ande-

rer Körper hinzukommt, in die weisse, feste Substanz verwandelt, von der wir nachher beweisen werden, daß sie dieselbe Wassermenge wie die Cyanursäure enthält, so folgt hieraus ganz entschieden, daß auch die liquide Cyansäure dieselbe Wassermenge enthalten müsse. Auch ist ihre Entstehung aus der Cyanursäure vollkommen zu erklären. Diese ist $N^3 C^3 O^3 H^3$; bei Einwirkung von Wärme geht in ihr eine solche Umsetzung der Elemente vor sich, daß sich der Wasserstoff mit der Hälfte des Sauerstoffs zu Wasser verbindet und die übrigen Elemente zu Cyansäure zusammentreten, welche mit dem gebildeten Wasser zu $N^3 C^3 O^{\frac{1}{2}} + O^{\frac{1}{2}} H^3$ verbunden bleibt. Diese Zusammensetzung läßt sich auch noch durch einen anderen synthetischen Versuch beweisen; leitet man trocknes Chlorwasserstoffgas über cyansaures Silberoxyd, so erhält man dieselbe liquide Säure *), und diese muß also, nach der bekannten Zusammensetzung des cyansauren Silbers und des Chlorwasserstoffgases, aus gleichen Atomen Cyansäure und Wasser bestehen.

Diese Umwandlung der Cyanursäure in die liquide wasserhaltige Cyansäure, und die Umwandlung dieser in die weisse unlösliche Substanz, scheint uns nicht minder merkwürdig, als die Bildung von Harnstoff aus cyansaurem Ammoniak, mit welcher man diese Metamorphosen, wie wir glauben, vergleichen kann. Alle drei Körper haben genau dieselbe Zusammensetzung, aber alle drei haben verschiedene Eigenschaften, dadurch, daß in jedem die elementaren Atome auf eine andere Weise geordnet sind. Diese Ordnung ist sehr leicht zu verändern, und dadurch können sich diese Substanzen so leicht rück- und vorwärts in einander verwandeln. Wir machen hier besonders auch aufmerksam auf die stattfindende starke Wärmeentwicklung, wenn die liquide Cyansäure zu der weissen Substanz erstarrt, welche Wärme eine natürliche Folge dieser Umwandlungen seyn muß. — Die wasserhaltige

*) Dies. Ann. Bd. 81. S. 386.

Cyansäure und die Cyanursäure kann man aber nicht isomerische Körper nennen, da sie verschiedene Sättigungscapacität haben und der Wasserstoffgehalt der letzteren Säure mit in die Salze übergeht. Allein Cyansäure und Knallsäure, und auf der anderen Seite Cyanursäure und der weisse Körper sind isomerisch; wir werden daher auch letzteren *unlösliche Cyanursäure* nennen. — Diese Beispiele von gleicher Zusammensetzung und dabei verschiedener innerer Natur von Körpern scheinen uns über die Zusammensetzungsweise organischer Körper Licht zu verbreiten; sie scheinen gegen die Vorstellungsweise zu sprechen, dafs man die Elemente der organischen Körper als wirklich und nicht blofs in der Vorstellung zu binären Verbindungen zusammengepaart betrachten müsse, dafs man also Alkohol und Aether nicht als Hydrate vom Kohlenwasserstoff, Zucker nicht als kohlen-sauren Kohlenwasserstoff betrachten könne. Denn so wie die liquide Cyansäure ganz andere Eigenschaften hat, als die Cyanursäure, obgleich beide aus der gleichen Atomenanzahl derselben Elemente zusammengesetzt sind, eben so kann man sich vorstellen, dafs es ein wirkliches Kohlenwasserstoff-Hydrat gäbe, welches kein Alkohol oder Aether wäre, obgleich es dieselbe Zusammensetzung hätte.

Unlösliche Cyanursäure.

Unter dieser Benennung verstehen wir also die weisse, feste Substanz, in welche sich die liquide Cyansäure verwandelt. Hinsichtlich ihrer schon oben erwähnten Bildungsweise aus cyansaurem Kali, haben wir noch hinzuzufügen, dafs wenn man dieses Salz mit gleichen Theilen krystallisirter Oxalsäure zusammenreibt und die Masse gelinde erwärmt, sie unter Ausstofsung des Geruchs nach liquider Cyansäure breiartig, und gleich darauf wieder fest wird, und dafs sie hernach bei Behandlung mit kochendem Wasser eine bedeutende Menge unlöslicher Cya-

nursäure zurückläßt. Sie entsteht ferner in geringerer Menge bei Vermischung einer concentrirten Lösung des cyansauren Kali's mit concentrirter Salzsäure, oder bei Zersetzung dieses Salzes durch trocknes salzsaures Gas. Vermischt man dagegen dieses Salz in Pulverform mit Essigsäure, so entsteht ein Salz, welches von der Cyanursäure und Kali gebildet ist; derselbe weiße Körper scheint es gewesen zu seyn, in welchen sich die farblose Flüssigkeit verwandelte, die beim Erhitzen von cyansaurem Silberoxyd in Chlorgas erhalten wurde *).

Die unlösliche Cyanursäure zeichnet sich besonders durch ihre Unlöslichkeit in Wasser, in Salzsäure und Salpetersäure aus, und dadurch, daß sie selbst von rauchender Salpetersäure und kochendem Königswasser nicht zersetzt oder verändert wird. Von kaustischem Kali wird sie ziemlich leicht aufgelöst, und durch Verdunsten dieser Auflösung erhält man dasselbe Kalisalz, welches durch die Cyanursäure gebildet wird. Die Entwicklung von kohlensaurem Ammoniak, welche bei dem Einkochen desselben bemerklich ist, scheint anzuzeigen, daß sich dabei auch cyansaures Kali gebildet habe.

Bei der Destillation verhält sich die unlösliche Cyanursäure genau so, wie die krystallisirbare, das heißt, sie destillirt als liquide Cyansäure über.

Das Verhalten der unlöslichen Cyanursäure zu concentrirter Schwefelsäure war sehr geeignet, Aufschluß über ihre Zusammensetzung zu geben. Wird sie damit gelinde erhitzt, so zersetzt sie sich vollständig unter Aufbrausen, und das entwickelte Gas ist reines Kohlensäuregas. In der Schwefelsäure aber findet man nachher eine gewisse Menge Ammoniak, und nichts anderes, wenn die angewandte Säure rein war. Dieses Verhalten ist also genau dasselbe, wie man es von der an Basen gebundenen Cyansäure kennt. 0,165 Grm. unlöslicher Cyansäure lieferten bei der Zersetzung mit Schwefelsäure,

*) Dies. Ann. Bd. 81. S. 386.

bei 0° und $28''$ Bar., $=86$ C. C. kohlen-saures Gas, welche 43 Cyangas entsprechen, d. h. auf 100 Th. unlösliche Cyansäure $=60,606$ Cyan. Diefs ist aber genau die Quantität, welche in der unlöslichen Cyanursäure enthalten seyn muß, nach der Supposition, daß man sie als eine Verbindung von gleichen Atomen Cyansäure und Wasser betrachten könne.

Ihre Zusammensetzung ist ferner durch die Analyse mit Kupferoxyd bestätigt worden. Es war schwer, sie vollkommen von hygroskopischer Feuchtigkeit zu befreien. Wir nahmen dazu vorzugsweise diejenige, welche durch Erstarren der liquiden Cyansäure entstanden war. — Mit Kupferoxyd geglüht, lieferte sie Kohlensäure- und Stickgas in dem Verhältniß $=2:1$.

$0,100$ Grm. lieferte, bei $+17^{\circ},5$ und $27''$ $7'''$ Barometerstand, $=80$ C. C. Gas.

Dieselbe Gasmenge lieferte eine zweite gleiche Quantität.

$0,130$ Grm. gaben ferner $0,030$ Grm. Wasser, $=23,076$ Procent Wasser.

$0,460$ Grm. gaben bei einem anderen Versuch $0,099$ Wasser $=21,53$ Procent.

$0,130$ gaben $0,025 = 19,2$ Procent.

Berechnet man diese Resultate, so findet sich, daß die unlösliche Cyanursäure genau eben so wie die lösliche zusammengesetzt ist.

Die gefundenen Wassermengen sind allerdings etwas variirend. Diefs kann aber darin seinen Grund haben, daß die unlösliche Cyanursäure sich chemisch mit Wasser zu verbinden scheint zu einer Substanz, die sich von ersterer nur durch ihre, wenn auch nur sehr geringe, Löslichkeit in kochendem Wasser unterscheidet, woraus sie beim Erkalten in Gestalt von weissen Flocken wieder niederfällt. Diese wasserhaltige Säure scheint sich beim längeren Kochen der unlöslichen Cyanursäure mit Wasser zu bilden, und in den meisten Fällen mit er-

sterer gemengt zu seyn. Durch starkes Austrocknen scheint sie ihr Wasser zu verlieren.

0,393 Grm. von der auflöslichen weissen Substanz, bei 100° getrocknet, haben 0,122 Grm. Wasser geliefert, dieß giebt 31,08 Procent. Wenn sie in der That eine Verbindung der unlöslichen Cyanursäure mit 3 At. Wasser ist, so hätte sie 32 Proc. geben müssen. Beide Zahlen stimmen so genau mit einander, daß dieser Versuch hinreichend zu seyn scheint.

Liquide Cyansäure und Ammoniak.

Bei den früheren Versuchen über das Verhalten von Ammoniak zu der an Basen gebundenen Cyansäure, wurde angenommen, daß ein eigentliches cyansaures Ammoniak gar nicht existire. Wir haben indessen gefunden, daß in der That ein solches Salz existirt, ohne Harnstoff zu seyn, daß es sich aber leicht in diesen verwandelt.

Nachdem es gelungen war, die Cyansäure in der liquiden Form darzustellen, schien es uns vor allen Dingen interessant zu versuchen, wie sich diese zu trockenem Ammoniakgas verhalten werde. — Als der Dampf der Säure in getrocknetes Ammoniakgas gelassen wurde, welches in einer weiten Glasröhre über Quecksilber gesperrt war, bildete sich sogleich, unter Erwärmung der Röhre und Condensation der Gase, ein dicker Nebel, welcher sich als eine fein krystallinische, sehr voluminöse, wollige Masse an die innere Wand des Gefäßes absetzte. Um sie in größerer Menge und ohne das verunreinigende Quecksilber erhalten zu können, ließen wir nachher die beiden Gase in einem trocknen Kolben zusammentreten. Der unter Erwärmung des Kolbens sich bildende Nebel fiel als ein schneeweißes, lockeres Pulver zu Boden, und an der Mündung der Röhre, aus welcher das cyansaure Gas ausströmte, bildete sich eine dicke wollige Vegetation, welche durch die entwickelte Wärme bald zu klaren, herunterfallenden Tropfen zusammenschmolz.

Die so entstandene weiße, leichte, krystallinische Substanz ist ein wirkliches cyansaures Ammoniak. Sie löst sich leicht in Wasser auf, und diese Auflösung entwickelt sogleich mit Säuren Kohlensäuregas, mit dem Geruch nach Cyansäure, Kali entwickelt daraus Ammoniak, Salpetersäure schlägt daraus keine Spur von Harnstoff nieder, und mit Blei- und Silbersalzen giebt sie weiße Niederschläge von cyansaurem Silber- und Bleioxyd.

Dampft man die Auflösung des cyansauren Ammoniaks ab, so dunstet sie beständig Ammoniak aus, und es bleibt zuletzt eine krystallisirte Substanz zurück, die keine der eben angegebenen Reactionen mehr zeigt, deren Auflösung in Wasser von Salpetersäure in kleinen Schuppen stark gefällt wird, und die nun reiner Harnstoff ist. Auch durch bloßes Kochen, oder durch freiwillige Verdunstung der Auflösung des cyansauren Ammoniaks bei gewöhnlicher Temperatur, verwandelt sich dieses Salz, unter Entweichung von Ammoniak, in Harnstoff. Beim Erhitzen schmilzt es leicht, unter Ausdunstung von Ammoniak, und ist nachher in Harnstoff verwandelt. Die geschmolzenen Tropfen, welche sich bei der Vereinigung der Gase bildeten, waren natürlicherweise schon Harnstoff.

Eine gewisse Menge cyansaures Ammoniak wurde über Quecksilber in Ammoniakgas stehen gelassen. Noch nach 8 Tagen war sie unverändertes cyansaures Ammoniak. Eine andere Portion blieb in einem offenen Gefäße, nur leicht mit Papier bedeckt, stehen. Schon nach 2 Tagen war sie, während sie beständig nach Ammoniak roch, fast ganz in Harnstoff verwandelt. Jedoch ist zu bemerken, daß sie beim Auflösen in Wasser viel unlösliche Cyanursäure zurückliefs, was zwar mit dem frisch bereiteten cyansauren Ammoniak auch der Fall ist, jedoch nicht in solcher Menge. Indessen möchte diese fremde Beimischung wohl nur zufällig seyn, da sich die Cyansäure bei allen Gelegenheiten so leicht in diese un-

lösliche Säure verwandelt; und dafs sie nachher in dem, aus dem Salze entstandenen, Harnstoff in gröfserer Menge vorhanden zu seyn scheint, könnte darin seinen Grund haben, dafs die unlösliche Säure in einer Auflösung von cyansauerm Ammoniak viel löslicher ist, als in einer Harnstofflösung.

Diese Erscheinung, dafs sich beim Zusammentreten von Ammoniak mit liquider Cyansäure zuerst wirkliches cyansaures Ammoniak bildet, und dieses sich erst beim Schmelzen, oder Kochen und Verdunsten seiner Lösung in Harnstoff verwandelt, führte auf die Idee, dafs auch auf die Weise, wie zuerst der Harnstoff künstlich dargestellt wurde, nämlich durch Zersetzung von cyansauerm Bleioxyd mit flüssigem Ammoniak, anfangs cyansaures Ammoniak gebildet werde. Diefs ist in der That der Fall, und es ist dieser Umstand früher deshalb übersehen worden, weil niemals die Flüssigkeit, sondern immer nur der nach ihrer Verdunstung zurückbleibende Harnstoff untersucht wurde. Wenn man also wasserfreies cyansaures Bleioxyd durch flüssiges Ammoniak, oder cyansaures Silberoxyd durch eine Salmiakauflösung zersetzt, so enthält die Flüssigkeit anfangs nicht Harnstoff, sondern cyansaures Ammoniak. So wie man sie kocht, entwickelt sie Ammoniak, was lange anhält, und so wie diefs aufhört, ist darin Harnstoff enthalten.

Aus diesen Thatsachen geht also hervor, dafs das cyansaure Ammoniak ein basisches Salz ist, welches sich unter Verlust von Ammoniak in Harnstoff verwandelt.

Liquide Cyansäure und Alkohol.

Die Idee, dafs sich die liquide Cyansäure in Alkohol auflösen und vielleicht unzersetzt darin erhalten werde, veranlafste uns, das Gas derselben in absoluten Alkohol zu leiten. Bei diesem Versuche wurde dasselbe rasch und vollständig absorbirt, und der Alkohol erhitzte sich so stark, dafs er zu kochen anfang; es entwickelte sich aber

kein permanentes Gas. Während dessen setzte sich in dem Alkohol in bedeutender Menge ein weißes, krystallinisches Pulver ab, das sich beim Erkalten der Flüssigkeit noch vermehrte. — Dieser Körper ist eine Verbindung der Cyansäure mit Aether und Krystallwasser. Der Analogie und dem Sprachgebrauch gemäß, kommt ihm also der Name *Cyanäther* zu.

Nachdem man die Flüssigkeit davon abgegossen hat, spült man ihn noch einige Mal mit kaltem Alkohol ab und trocknet ihn. Er bildet so ein schneeweißes, krystallinisches Pulver. Aber aus seiner heißen Auflösung in Alkohol, und besonders aus einem Gemische von Alkohol mit Aether, erhält man ihn beim langsamen Erkalten oder freiwilligen Verdunsten in regelmässigen, prismatischen Krystallen. Sie sind klar und durchsichtig, und haben, ähnlich mehreren Salzen der vegetabilischen Salzbasen, einen eigenthümlichen perlmutterartigen Glanz.

Der Cyanäther hat weder Geruch noch deutlichen Geschmack; seine Auflösung verhält sich zu Lackmuspapier ganz neutral. In kaltem Wasser ist er kaum löslich, und die Krystalle lassen sich, gleichsam wie fettig, nur schwierig mit Wasser benetzen, weshalb sie auch leicht darauf schwimmend bleiben. In kochendem Wasser löst er sich in grösserer Menge, jedoch nur langsam, auf; beim Erkalten scheidet sich der grösste Theil in feinen, langen, undurchsichtigen, moosartig verworrenen Nadeln, niemals in soliden Krystallen, ab. Seine Auflöslichkeit in Alkohol ist schon erwähnt. Auch in kochendem Aether ist er, wiewohl nur in sehr geringer Menge, löslich. Auch von kochender Salpetersäure und Schwefelsäure wird er, wie es scheint, ohne Zersetzung dieser Säuren aufgelöst.

Charakteristisch ist das Verhalten des Cyanäthers beim Erhitzen in offner Luft. Er schmilzt leicht zu einem klaren Liquidum, welches beim Erkalten wieder krystallinisch erstarrt. Aber bei diesem Schmelzen verflüchtigt sich ein Antheil davon als geruchloser Rauch,

welcher, indem er in der Luft zu höchst feinen Nadeln krystallisirt, voluminöse, sehr leichte Flocken bildet, welche, ganz ähnlich den Zinkblumen, in der Luft des Zimmers herumfliegen. Auch auf der geschmolzenen Masse bildet sich, so wie sie zu erkalten anfängt, ähnlich wie bei erhitzter Oxalsäure, eine voluminöse wollige Vegetation. Der Dampf des Cyanäthers läßt sich entzünden und verbrennt mit ähnlich gefärbter Flamme wie Cyangas.

Diese Art von Verflüchtigung findet aber, wie bei mehreren anderen Körpern, nur in offner Luft statt. In einem verschlossenen Gefäße verhält sich der Cyanäther anders. Erhitzt man ihn in einer Retorte, so sublimirt sich allerdings anfangs bei seinem Schmelzen eine unbedeutende Menge, aber der größte Theil wird zersetzt. Die geschmolzene Masse geräth, bei einer Temperatur, wobei concentrirte Schwefelsäure zu rauchen anfängt, in starkes Kochen, während dessen eine klare Flüssigkeit in ätherartigen Streifen überdestillirt und sich in der Vorlage ansammelt. Diese Flüssigkeit ist *Alkohol*. Die Masse in der Retorte wird zuletzt wieder fest, weiß, undurchsichtig. Sie ist nun reine *Cyanursäure*, die sich durch Auflösen in kochendem Wasser in farblosen Krystallen erhalten läßt. Dieses Verhalten des Cyanäthers liefs schon im Voraus mit ziemlicher Sicherheit seine, den anderen Aetherarten analoge Zusammensetzung vermuthen.

In einem Versuche lieferten 32 Th. trockner Cyanäther, bei der Destillation, 20 Th. zurückbleibende Cyanursäure. Allein diese Zahlen sind nur für eine Approximation zu halten, da der Versuch nur einmal angestellt wurde, und außerdem bei dieser Zersetzung noch eine kleine Menge liquider Cyansäure entwickelt wird, die mit dem Alkohol übergeht, und in ihm von Neuem ein wenig Cyanäther regenerirt.

In einer heißen Auflösung von kaustischem Kali löst sich der Cyanäther leicht auf, und er wird davon auf analoge Weise, wie die anderen Aetherarten, zersetzt,

unter Entwicklung von Alkoholdampf, der beim Kochen der Auflösung lange wegzugehen fortfährt. Die rückständige alkalische Flüssigkeit enthält nicht Cyanursäure, sondern Cyansäure, und entwickelt mit Säuren ihren Geruch und Kohlensäure.

Wir versuchten vergeblich, den Cyanäther auf indirectem Wege, nämlich durch Vermischung von concentrirter Schwefelsäure mit einer heißen Auflösung von Harnstoff (cyansaurem Ammoniak) in Alkohol, darzustellen; wenigstens wollte aus der Flüssigkeit nichts herauskrystallisiren *).

Mit Aether scheint die liquide Cyansäure, eben so gut wie mit Alkohol, Cyanäther zu bilden. Doch ist zu bemerken, daß der zum Versuche angewandte Aether nicht vollkommen wasser- und alkoholfrei war. Der Aether behielt nachher noch lange den starken Geruch der liquiden Cyansäure, und schon sein Dampf röthete stark das Lackmuspapier. Nach einiger Zeit schossen darin auch schöne Krystalle von Harnstoff an.

Der Alkohol, woraus sich der Cyanäther bei seiner Bereitung abgesetzt hat, riecht anfangs stark nach Cyansäure und reagirt sauer, welche Eigenschaften sich aber nach einiger Zeit verlieren; zuweilen nimmt er nachher auch einen schwachen Geruch nach Blausäure an, was zufällig ist. Beim Verdunsten desselben bleibt ein weißes Pulver zurück, welches hauptsächlich aus Cyanäther, zum Theil aber auch aus Harnstoff besteht. Mit wenigem kalten Wasser läßt sich letzterer ausziehen; allein auch hier, wie überall, wo er mit einer fremden Materie vermischt vorkommt, ist er nicht so leicht rein abzuscheiden.

*) Wasserfreie Schwefelsäure vereinigt sich unter Erhitzung mit Harnstoff zu einer festen Masse, die sich mit starker Erhitzung in Wasser löst, woraus nach längerer Zeit viele klare Krystalle von schwefelsaurem Ammoniak anschießen.

- I. 0,137 Grm. Cyanäther lieferten bei 0° und 28" B. 117 C. C. Gas, ferner gab diese Portion 0,074 Wasser.
- II. Bei einem zweiten Versuch wurden von 0,160 Grm. bei 17° und 27" B. 140 C. C. Gas und 0,080 Wasser erhalten.

Bei zwei anderen Versuchen wurde von 0,310 Grm. Cyanäther, 0,176 Grm. Wasser erhalten. Das Mittel aller Wasserstoffbestimmungen ist 6,044 Procent. In dem Gasgemenge, welches durch die Verbrennung des Aethers mit Kupferoxyd erhalten wird, befindet sich ferner Kohlensäure zum Stickgas in dem Verhältniß = 4 : 1.

Berechnet man obige Resultate auf die Weise, daß man $\frac{1}{3}$ des erhaltenen Gasvolumens als Cyan und $\frac{2}{3}$ als Kohlenstoff betrachtet, so erhält man, wenn man erwägt, daß die Hälfte des Kohlenstoffs schon mit in dem Cyan begriffen ist:

37,889	38,30 Cyan
17,956	17,75 Kohlenstoff
6,044	6,04 Wasserstoff
38,111	37,91 Sauerstoff
<hr/> 100,000	<hr/> 100,00.

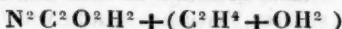
Berechnet man diese Zahlen auf Atome, indem man zum Cyan die Sauerstoffmenge hinzu addirt, welche zu seiner Verwandlung in Cyansäure nöthig ist, so findet man, daß der Cyanäther eine Verbindung von gleichen Atomen Cyansäure, Wasser und Alkohol ist, entsprechend der Formel:



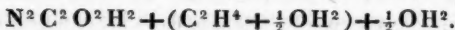
welche die procentische Zusammensetzung giebt:

Cyansäure	51,628
Wasser	13,508
Alkohol	34,864
	<hr/> 100,000.

Der Cyanäther ist demnach Harnstoff, worin das Ammoniak durch 1 Atom Alkohol vertreten ist. Er läßt sich indess auch als eine Verbindung von Cyanursäure und Alkohol ohne Wasser, oder Aether mit Wasser betrachten, wie leicht aus der obigen Formel zu ersehen, da dieselbe sich auch so schreiben läßt:



oder



Ersterer entspricht die procentische Zusammensetzung:

Cyanursäure	65,136
Alkohol	34,864
	<hr/> 100,000

letzterer:

Cyanursäure	65,136
Aether	28,110
Wasser	6,754
	<hr/> 100,000.

Bei der Destillation des Cyanäthers gehen, wie bereits erwähnt, Alkohol und liquide Cyansäure über, und 62 Procent feste Cyanursäure bleiben zurück. Entstände hiebei keine liquide Cyansäure, so würde man 65,14 Procent Cyanursäure erhalten haben. Man sieht, der Versuch stimmt sehr gut mit der Theorie.

Die Zersetzung dieses Aethers zeigt auch, wie passend die Vergleichung desselben mit dem Harnstoff ist, da er sich dabei ganz analog wie dieser verhält, und ein zweites Beispiel von der Umwandlung der Cyansäure in Cyanursäure liefert.

II. *Ueber die krystallographische Bezeichnung
der Formen des klinorhombischen Systems;
von Prof. Dr. Franz v. Kobell in München.*

Es herrschen unter den Krystallographen gegenwärtig zwei verschiedene Ansichten, den Zusammenhang der Formen des klinorhombischen Systems und ihre Verhältnisse zu einer gewählten Grundgestalt nachzuweisen und zu bezeichnen. Die eine beruht auf der Annahme eines rechtwinklichen, die andere auf der Annahme eines schiefwinklichen Axensystems. Wenn es auch zum Zweck einer mathematischen Bestimmung der Krystallformen, ihrer Winkel und Verhältnisse ziemlich gleichgültig ist, ob man von rechtwinklichen oder schiefwinklichen Axensystemen ausgeht, so ist doch ein wesentlicher Unterschied, welche Methode man befolgt, wenn es sich darum handelt, einen allgemeinen Grundcharakter der Krystallbildung, eine Theorie ihrer Entstehung und den nähern Zusammenhang der Krystallsysteme selbst aufzufinden und festzustellen. Bei der einfachsten und natürlichsten Betrachtungsweise des tesseralen, quadratischen oder tetragonalen, rhomboëdrischen und rhombischen Systems wird man unzweideutig auf rechtwinkliche Axensysteme hingewiesen, und daraus kann man wohl auf eine ähnliche Grundlage bei den übrigen Systemen schließen, wenn sie auch bis jetzt, zumal in dem klinorhomboidischen System, nur schwierig aufzufinden ist. Der berühmte Prof. Weiss, welchem die Krystallographie einen großen Theil ihrer jetzigen Ausbildung verdankt, hat durch die krystallographische Untersuchung mehrerer Specien des klinorhombischen Systems und durch die genauesten Analysen ihrer Formen dargethan, daß auch in diesem rechtwinkliche Axensysteme mit Vortheil eingeführt werden können. Die

Stammform, welche er für die bestimmten Krystallreihen gewählt hat, ist das von ihm benannte *Hendyoëder*. Alle vorkommenden oder möglichen Flächen der Krystallreihe bezeichnet Weifs durch Bestimmung ihrer Lage mittelst der Linien a , b und c in Beziehung auf die gewählte Grundgestalt. Die Veränderungscoëfficienten werden dem a , b und c immer beigesetzt und der Ausdruck für die bestimmte Fläche in Klammern gebracht. So ist z. B. beim Augit die Fläche

$$10 = [4a : 3b : 12c].$$

Wiewohl diese Bezeichnungsmethode die Lage irgend einer Krystallfläche vollkommen genau bestimmt, so steht sie doch in mehreren Rücksichten derjenigen nach, welche Mohs, Haidinger etc., und vorzüglich Naumann eingeführt haben. Da aber diese Krystallographen im klinorhombischen System ein schiefwinkliches Axensystem *) und die klinorhombische Pyramide zur Grundgestalt annehmen, so habe ich versucht eine ähnliche Bezeichnung mit Beziehung auf das Hendyoëder für die Formen des klinorhombischen Systems zu entwerfen. Der Gang der Entwicklung ist folgender.

Bezeichnet man das Hendyoëder als Stammform mit H , die halbe Hauptaxe mit a , die halbe im rhomboidischen Hauptschnitte liegende Diagonale des horizontalen Querschnitts mit b , und die halbe Orthodiagonale **) mit c , so leitet sich zunächst eine Reihe verschiedener Hendyoëder mit gleichem Querschnitt durch Veränderung der Axe nach einem rationalen Coëfficienten m ab.

Wird $m=0$, so entsteht eine horizontale Fläche, gleich dem Querschnitt von H .

Wird $m=\infty$, so werden die an der Klinodiagonale gelegenen obern Winkel der Endfläche $=0$, es entsteht

*) a schiefwinklich zu b .

**) Oder die halbe in dem rechteckigen Hauptschnitt liegende Diagonale des horizontalen Querschnitts.

also ein offnes rhombisches Prisma mit dem Querschnitt von H.

Auf diese Weise ergeben sich:

$$\begin{array}{ccc} m < 1 & & m > 1 \\ oH \dots mH \dots H \dots mH \dots \infty H \end{array}$$

Eine zweite Reihe von Hendyoëdern entsteht durch Veränderung der Diagonale c nach n bei gleichbleibendem a und b.

Wird $n=0$, so entsteht der rhomboidische Hauptschnitt von H oder die gleichbedeutende Fläche $\infty H' \infty$, da es hier nicht auf die Begrenzung oder Ausdehnung, sondern nur auf die Lage der Flächen ankommt.

Diese Reihe giebt also:

$$\begin{array}{ccc} n < 1 & & n > 1 \\ \infty H' \infty \dots Hn \dots H \dots Hn \dots H \infty. \end{array}$$

Für $n=\infty$ entsteht ein offnes horizontales Prisma, dessen Flächen als Rectangeln angesehen werden können, deren Neigungswinkel gleich sind den ebenen Winkeln des rhomboidischen Hauptschnitts von H. Zwei Flächen dieses Prisma's stehen vertical.

$H \infty$ mit $\infty H' \infty$ bezeichnet daher ein sogenanntes schiefes rectanguläres Prisma, dessen Endfläche sich zur Axe unter demselben Winkel neigt, wie die Klinodiagonale von H zur Axe.

Eine dritte Reihe von Hendyoëdern wird gebildet durch Veränderung von a und c nach m und n, bei gleichbleibendem b.

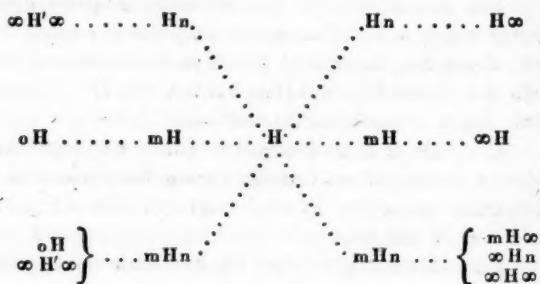
$$\left. \begin{array}{l} oH \\ \infty H' \infty \end{array} \right\} \dots mHn \dots H \dots mHn \dots \left\{ \begin{array}{l} mH \infty \\ \infty Hn \\ \infty H \infty \end{array} \right.$$

Wird $m=0$, so entsteht eine horizontale Fläche, streng mathematisch genommen eine durch n bestimmte rhombische Fläche, krystallographisch gleichbedeutend mit irgend einer horizontalen Fläche, also oH .

Wird $m=\infty$ und $n=0$, so entsteht eine dem klinorhomboidischen Hauptschnitt parallele Fläche $= \infty H' \infty$.

Wird $n=\infty$, so entsteht ein offnes horizontales Prisma, dessen Flächen sich unter dem durch m bestimmten Winkel zu einander neigen. Zwei Flächen desselben stehen vertical. Wird $m=\infty$, so entsteht ein verticales rhombisches Prisma, welches durch n bestimmt ist. Wird $m=\infty$ und $n=\infty$, so entsteht eine dem rechteckulären Hauptschnitt von H parallele Fläche $\infty H \infty$. Es wird bei dem Zeichnen dieser Fläche kein Komma rechts ober dem H gesetzt, wodurch sie allgemein an der dem rhomboidischen Hauptschnitt parallelen Fläche $\infty H' \infty$ zu unterscheiden ist. Für eine bestimmte Stammform könnte man auch beide Flächen durch $-$ und \cup unterscheiden, wie es im rhombischen System geschieht.

Stellen wir die entwickelten Formen zusammen, so ergiebt folgende Uebersicht:



Wenn man an einem Hendyoëder durch einen Punkt, welcher die Seitenkanten des rechteckulären Hauptschnittes halbt und durch die Eckpunkte des oberen und unteren Eckes der beiden Enden Flächen legt, so entsteht eine eigenthümliche Form, ein *Disphenoëder*, welches für jedes gegebene Hendyoëder ein bestimmtes ist. Die Seitenflächen des Hendyoëders werden dabei in rechtwinkliche Dreiecke verwandelt, und man kann diese vertical stehenden Flächen auch die Seitenflächen des Disphe-

noëders, die übrigen zur Hauptaxe geneigten aber seine Endflächen nennen. Jedes Disphenoëder hat einen horizontalen rhombischen und einen verticalen rhomboëdischen Hauptschnitt. Der erstere kommt mit dem horizontalen Querschnitte des zugehörigen Hendyoëders, der letztere mit dessen rhomboëdischen Hauptschnitte überein.

Jedes Disphenoëder kann betrachtet werden als zusammengesetzt aus dem verticalen rhombischen Prisma ∞H , und aus einem geneigten rhombischen Prisma \tilde{H} , welches letztere durch die Dimensionen a , b und c der Stammform H in seiner Lage und seinen Winkeln bestimmt ist.

Es lassen sich nun alle am Hendyoëder vorkommenden schiefen Zuschärfungen, oder diejenigen, welche Weiss augitartige nennt, als die Endflächen solcher Disphenoëder betrachten, und in Beziehung auf ihr zugehöriges Hendyoëder, mithin auch in Beziehung auf das Hendyoëder der Stammform bestimmen und bezeichnen. Für die Endflächen eines Disphenoëders, welches der Stammform H angehört, d. h. gleiche Dimensionen mit ihm hat, oder für ein durch diese Flächen gebildetes geneigtes rhombisches Prisma ist also das Zeichen \tilde{H} . Für das Disphenoëder, welches einem Hendyoëder H_n angehört, werden diese Flächen \tilde{H}_n , für ein Disphenoëder, welches mH angehört, werden sie $m\tilde{H}$, und für ein Disphenoëder von mH_n werden sie $m\tilde{H}_n$. Da m und n wieder >1 oder <1 , ferner $=0$ oder $=\infty$ werden kann, so ergeben sich folgende Reihen:

$$\begin{array}{rcl}
 \infty H' \infty & \dots & \tilde{H}_n & & \tilde{H}_n & \dots & \tilde{H} \infty \\
 oH & \dots & m\tilde{H} & \dots & \tilde{H} & \dots & m\tilde{H} & \dots & \infty \tilde{H} \\
 oH & \left. \vphantom{\begin{array}{c} oH \\ \infty H' \infty \end{array}} \right\} & \dots & m\tilde{H}_n & & m\tilde{H}_n & \dots & \left. \vphantom{\begin{array}{c} m\tilde{H}_n \\ \infty H_n \\ \infty H \infty \end{array}} \right\} & m\tilde{H} \infty \\
 \infty H' \infty & & & & & & & \infty H_n \\
 & & & & & & & \infty H \infty
 \end{array}$$

Wird in der oberen Reihe $n=0$, so entsteht der

rhomboïdische Hauptschnitt von H , oder die Fläche $\infty H' \infty$. Wird $n = \infty$, so entsteht eine Fläche, welche die Lage der Endfläche von H zur Axe hat.

Wird in der mittleren Reihe $m = 0$, so entsteht eine horizontale Fläche gleich dem Querschnitte von H , wird $m = \infty$, so entsteht ∞H .

In der unteren Reihe sind die Grenzglieber auch wie die der Hendyoëder, nur wenn $n = \infty$ entsteht $m \infty H$, das ist eine Fläche, deren Lage zur Axe von H durch m bestimmt ist.

Kommen mit den Flächen ∞H , ∞Hn etc. auch die zugehörigen verticalen Flächen ∞H , ∞Hn mit gleichem Werthe von n vor, so wird das Disphenoöder als *vollzählige Form* mit D bezeichnet.

Es ist also die Combination von

$$\infty H \text{ und } \infty H = D$$

$$\infty H \text{ und } m \infty H = mD$$

$$\infty Hn \text{ und } \infty Hn = Dn$$

$$\infty Hn \text{ u. } m \infty Hn = mDn.$$

Man kann einem solchen Disphenoöder auch eine Lage geben, wodurch es eine klinorhombische Pyramide wird, wenn man nämlich die lange Diagonale des rhomboïdischen Hauptschnittes als Hauptaxe betrachtet und senkrecht stellt. Bei einer solchen Pyramide sind dann immer vier Flächen rechtwinkliche Dreiecke.

Es fragt sich nun, ob solche Disphenoöder in der Natur wirklich vorkommen oder nicht. Wird die Frage verneinend beantwortet, so geht daraus die wichtige Schlussfolge hervor, daß man aus jeder bekannten augitartigen Zuschärfung oder aus jedem geneigten rhombischen Prisma das Nichtvorkommen eines verticalen Prisma's, und aus jedem bekannten verticalen Prisma das Nichtvorkommen geneigter Prismen berechnen kann.

Ist z. B. die Stammform am Orthoklas durch die Dimensionen:

$a : b : c = 0,4902 : 1 : 1,6912$, am Augit durch
 $a : b : c = 0,2867 : 1 : 0,9506$ bestimmt, so folgt
 aus der schiefen Zuschärfung von $126^\circ 52' (0)$ beim Orthoklas, daß ein verticales Prisma von $81^\circ 18'$ und $98^\circ 42'$ nicht vorkommen könne, denn käme es vor, und träte es mit diesen Zuschärfungsflächen zusammen, so entstünde ein Disphenoöder, und zwar $D\frac{1}{2}$.

Aus n beim Orthoklas mit dem Winkel von 90° würde folgen, daß ein verticales Prisma von $46^\circ 30'$ und $133^\circ 30'$ nicht vorkomme, denn es entstünde dann das Disphenoöder $D\frac{1}{4}$.

Aus u beim Augit mit dem Winkel von $131^\circ 8'$ würde folgen, daß ein verticales Prisma von $110^\circ 28'$ nicht vorkomme, denn es gäbe $3D\frac{3}{4}$.

Für 0 beim Augit mit dem Winkel von $95^\circ 28'$ könnte kein verticales Prisma von $71^\circ 31' 8''$ erscheinen, denn es gäbe $3D\frac{3}{4}$ u. s. w.

Kommen aber diese Disphenoöder in der Natur wirklich vor, so ist wohl ein Grund mehr vorhanden, das klinorhombische System als die hemiedrische Abtheilung des rhombischen zu betrachten. Denn denken wir uns den einfachsten Fall, wo ein augitartig zugeschärftes klinorhombisches Prisma aus dem rhombischen System ableitbar wird, so ist es der, daß an einer Form aus P und ∞P , die Pyramide P nach anliegenden Flächen mit ∞P hemiëdrisch auftritt, und verkürzt man ∞P so, daß seine Flächen in Dreiecke verwandelt werden, so erscheint unser Disphenoöder.

Läßt man, nach der Theorie von Weiss, das Hendyoöder aus einer horizontalen Rectangulärpyramide entstehen, so daß seine Basis vertical steht, so wird man ein Disphenoöder erhalten, wenn an dieser Pyramide eine Rhombenpyramide von gleichen Axengrößen nach anliegenden Flächen hemiëdrisch auftritt, und die neuen Flächen mit den verticalstehenden der Rectangulärpyramide

bis zum Verschwinden der noch übrigen der letzteren sich ausdehnen.

Taf. III. Fig. 5. und 6. zeigt diesen Uebergang. Die Flächen d sind die Flächen der hemiëdrischen Rhombenpyramide. Da sie gleiche Dimensionen wie die Rectangulärpyramide haben muß, so fallen ihre Scheiteltanten mit den Höhenlinien der Flächen o und r , Fig. 5., zusammen. Verschwinden in Fig. 6. die Reste der o Flächen der Rectangulärpyramide durch Ausdehnung von d und r , so ist das Disphenoëder vollkommen ausgebildet.

Die Möglichkeit des Vorkommens der Disphenoëder in der Natur läßt sich zwar a priori schon annehmen, sie ist aber am Augit wirklich nachzuweisen. Es werden von Haüy an seltenen Krystallen dieses Minerals aus Piemont (*Pyroxène octovigésimal*) die Flächen k mit dem Zuschärfungswinkel von $146^{\circ} 33'$ angegeben *). Diese Flächen sind nach der obigen Bezeichnungsart $6H3$. Am Augit findet sich aber auch das verticale Prisma $\infty H3$ (die Flächen f bei Haüy), und da nichts hindert, daß diese beiden Gestalten zusammen vorkommen können, so ist die Möglichkeit des Disphenoëders $6D3$ für den Augit dargethan.

Es lassen sich bei genauen Untersuchungen wahrscheinlich noch mehrere ähnliche Fälle auffinden, wiewohl sie im Allgemeinen sehr selten zu seyn scheinen. Diese Seltenheit hat zum Theil ihren Grund darin, daß im klinorhombischen System die Anzahl der verticalen Prismen zur Anzahl der geneigten in einem eigenthümlichen Mißverhältnisse steht.

Für den seltenen Fall, daß die Abstumpungsflächen der Seitenecken des Hendyoëders horizontale Zuschärfungskanten bilden, reichen die obigen Zeichen nicht aus, und es ist nothwendig hier die Diagonale $b = \infty$ zu setzen, während die Axe oder die Diagonale c verändert wer-

*) Die Neigung der Zuschärfungskante zur Seitenkante $= 150^{\circ}$.

den. Verändert man die letztere, so erhält man für diese horizontalen Prismen nachstehende Reihe:

$$\infty H' \infty \dots \infty H n \dots \infty H \dots \infty H n \dots \infty H$$

Wird $n=0$, so entsteht eine dem rhomboëdischen Hauptschnitte von H parallele Fläche, wird $n=\infty$, so wird eine horizontale Ebene gebildet. Das Zeichen ∞ wird bei diesen Prismen am besten unter das H geschrieben, um sie von den geneigten und verticalen sogleich unterscheiden zu können.

Die Zeichen für diejenigen Flächen, welche auf der Rückseite eines Hendyoëders auftreten, können zur Unterscheidung von den für die vorderen Flächen in Klammern () gebracht werden.

Durch das Zusammentreten gleichliegender Flächen der Vorder- und Rückseite für sich oder in Verbindung mit horizontalen Prismen entstehen Gestalten, welche denen des rhombischen Systems, mathematisch betrachtet, vollkommen ähnlich sind. Es scheint aber in dem Charakter des klinorhombischen Systems zu liegen, daß diese Flächen physikalisch stets mehr oder weniger verschieden sind, was sich besonders auffallend beim Vorkommen von Blätterdurchgängen zeigt.

Erscheinen die Flächen H oder $H n$ in Combination mit den Flächen ∞H und (∞H) , so entsteht eine Rectangulärpyramide. Die Flächen dieser Pyramide sind aber, mineralogisch betrachtet, nicht zweierlei, wie im rhombischen System, sondern dreierlei.

Treten die Flächen ∞H und (∞H) oder $m \infty H n$ und $(m \infty H n)$ mit gleichem Werthe von m und n zusammen, so bilden sie eine Rhombenpyramide, deren Flächen, mineralogisch betrachtet, nicht einerlei, wie im rhombischen System, sondern zweierlei sind u. s. w. Eine solche Pyramide findet sich nach Haüy an Augitkrystallen aus

dem Falsathale, und wird gebildet von den Flächen $\vartheta = 2\tilde{H}\frac{1}{2}$ und von den Flächen $\zeta = (2\tilde{H}\frac{1}{2})$, sie kommt mit einem verticalen Prisma μ und mit $\infty H \infty$ vor. (S. Haüy's Atlas, Taf. 67. Fig. 101.)

Die Berechnung eines vollzähligen Disphenoöders aus einer bekannten augitartigen Zuschärfung ist sehr einfach.

Setzt man den halben Zuschärfungswinkel $= \beta$ und die Neigung der Zuschärfungskante zur Axe $= \alpha$, so ist

$$\text{tang } b = \frac{\text{tang } \beta \cdot \cos \alpha}{R}$$

und $b =$ dem halben spitzen oder stumpfen Seitenkantenwinkel des Disphenoöders.

Die Tangente von b giebt, verglichen mit c der Stammform den Werth von n , und die Cotangente von α , verglichen mit a der Stammform, den Werth von m .

Um die Anwendung obiger Bezeichnungsmethode zu zeigen, lasse ich hier einige Beispiele folgen.

Wenn am Orthoklas die Stammform H durch die Dimensionen $a : b : c = 0,4902 : 1 : 1,6912$ bestimmt ist, so werden

$$\begin{aligned} \text{die Flächen } l, \text{ nach Weifs *)}, &= [a : b : \infty c] = \infty H \\ M &= [b : \infty a : \infty c] = \infty H' \infty \\ Z &= [3a : b : \infty c] = \infty H \frac{1}{3} \\ P &= [a : c : \infty b] = \tilde{H} \infty \\ q &= [3a' : c : \infty b] = (\frac{1}{3} \tilde{H} \infty) \\ x &= [a' : c : \infty b] = (\tilde{H} \infty) \end{aligned}$$

*) In den Weifsischen Zeichen ist $c =$ der halben Höhe, $b =$ der halben Orthodiagonale und $a =$ der halben im rhomboidischen Hauptschnitte liegenden Diagonale des horizontalen Querschnitts. Es ist übrigens leicht die Weifsischen Zeichen in die oben entwickelten zu verwandeln.

$$y = [a' : 3c : \infty b] = (3\overset{\infty}{H} \infty)$$

$$n = [a : \frac{1}{4}b : c] = \overset{\infty}{H} \frac{1}{4}$$

$$o = [a' : \frac{1}{2}b : c] = (\overset{\infty}{H} \frac{1}{2})$$

$$g = [b : c : \infty a] = \overset{\infty}{H}$$

Die Combination Taf. III. Fig. 7. erhält folgende Zeichen:

$$H, \overset{\infty}{H} \frac{1}{4}, (H), (\overset{\infty}{H} \frac{1}{2}), (3\overset{\infty}{H} \infty), \infty H' \infty.$$

Ist am Augit die Stammform H durch $a:b:c=0,2867:1:0,9506$ bestimmt, so werden die Flächen:

$$s = [a : \frac{1}{2}b : c] = \overset{\infty}{H} \frac{1}{2}$$

$$o = [4a : 3b : 12c] = 3\overset{\infty}{H} \frac{1}{4}$$

$$\gamma = [a : 2b : 2c] = 2\overset{\infty}{H} 2$$

$$u = [2a' : 3b : 6c] = (3\overset{\infty}{H} \frac{3}{2})$$

$$\lambda = [6a' : 5b : 30c] = (5\overset{\infty}{H} \frac{5}{6})$$

$$z = [a' : \frac{1}{4}b : c] = (\overset{\infty}{H} \frac{1}{4})$$

Die Combination Taf. III. Fig. 8. erhält folgende Zeichen:

$$H, \overset{\infty}{H} \frac{1}{2}, 3\overset{\infty}{H} \frac{3}{4}, (H), (\overset{\infty}{H} \frac{1}{4}), \infty H \infty$$

Ist am Sphen H durch $a:b:c=0,0857:1:0,7817$ bestimmt, so ist:

$$x = [a' : \infty b : 9c] = (9\overset{\infty}{H} \infty)$$

$$y = [a' : \infty b : 17c] = (17\overset{\infty}{H} \infty)$$

$$s = [\frac{1}{17}a' : \frac{1}{24}b : c] = (17\overset{\infty}{H} \frac{1}{17})$$

$$n = [\frac{1}{3}a' : \frac{1}{4}b : c] = (5\overset{\infty}{H} \frac{5}{4})$$

$$r = [a : \frac{1}{6}b : c] = \overset{\infty}{H} \frac{1}{6}$$

$$l = [a : 3b : \infty c] = \infty H 3.$$

An der Kobaltblüthe, wo H durch $a:b:c=0,6963$

: 1 : 2,1526 bestimmt ist, erhält die Combination Taf. III. Fig. 9. das Zeichen:

$$H\infty, \infty H'\infty.$$

III. *Ueber die polarisirende Eigenschaft des Glimmers und einiger anderen Mineralien. Aus einem Schreiben des Hrn. Prof. F. v. Kobell an den Herausgeber.*

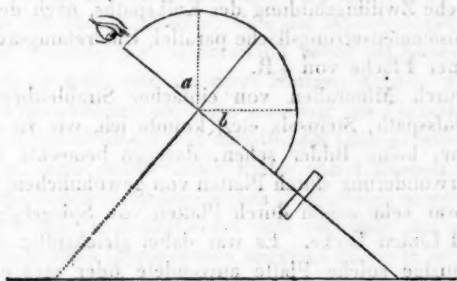
München, am 13 Dec. 1830.

— In Bezug auf den vor Kurzem überschiedten Aufsatz über die polarisirende Eigenschaft des Glimmers *), erlaube ich mir, Ihnen noch folgende Bemerkungen mitzutheilen, die ich bereits am 11. dieses Monats in einer Sitzung der Academie der Wissenschaften vorgetragen habe.

Ich befestigte eine Glimmertafel an dem Krystallträger eines Wollaston'schen Goniometers, und gab ihr eine Neigung von 50° gegen einen horizontal liegenden schwarzen Spiegel. Eine auf die Axe rechtwinklig geschnittene Kalkspathplatte wurde ebenfalls mit einer Neigung von 50° zwischen den Glimmer und den Spiegel gebracht, so daß also die Flächen des Glimmers und der Kalkspathplatte parallel lagen. Nun begann ich den Kreis des Goniometers gegen mich zu drehen, und hielt an, so wie das Bild mit dem schwarzen Kreuze deutlich erschien. Ich hatte um 45° gedreht. Ich stellte durch Zurückdrehen die Glimmertafel wieder parallel mit der Kalkspathplatte, und begann nun den Kreis in entgegengesetzter Richtung von mir weg zu drehen. Das Bild erschien wieder, als ich um 45° gedreht hatte. Dabei bemerkte ich, daß an den Punkten, wo das deutliche Bild verschwand, die Arme des Kreuzes in zwei sich tren-

*) Man sehe S. 342. des vorigen Hefts.

nende Hyperbeln zerfielen, jenseits dieser Punkte sich aber wieder zu einem ähnlichen Kreuze zu vereinigen schienen, welches letztere aber sehr blafs und ohne farbige Ringe war, und um so blässer wurde, als die Glimmertafel sich der mit der Kalkspathplatte parallelen Stellung näherte, so dafs es in dieser Stellung ganz unsichtbar wurde. Es geht also daraus hervor, dafs beim Umdrehen der Glimmertafel durch vier rechte Winkel, zwei derselben das Bild deutlich, die dazwischen liegenden aber nur sehr blafs oder gar nicht zeigen. Hat man in beifolgender Figur die



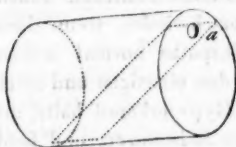
Glimmertafel in den Winkel a oder b gebracht, so zeigt sich das Bild um so schöner, als dieser Winkel kleiner wird, so dafs es scheint, als würde das Bild am vollkommensten zu sehen seyn, könnte man durch die der Axe des Kalkspaths parallelen Glimmerblättchen sehen, so wie auch das Bild gänzlich verschwindet, wenn diese Blättchen auf der Axe des Kalkspaths normal stehen. Nachdem ich dieses Verhalten für den einaxigen und zwei-axigen Glimmer, so wie für den Gyps erkannt hatte, untersuchte ich noch andere blättrige Substanzen, und fand, dafs sich unter ähnlichen Umständen folgende auf gleiche Weise verhielten: Chlorit, Talk, Lithionglimmer, in Tafeln nach den vollkommenen Blätterdurchgängen gespalten, Topas nach seinen Durchgängen parallel oP, Orthoklas nach den Durchgängen parallel der Endfläche, schwe-

felsaurer Baryt nach $\infty \ddot{P} \infty$, Anhydrit nach oP, Bittersalz nach $\infty \ddot{P} \infty$, Bitterspath und Kalkspath durch die Rhomboëderflächen, Arragonit durch oP.

Sieht man durch den im letzten Aufsatze erwähnten zusammengesetzten Arragonitkrystall und durch die Kalkspathplatte im Polarisationswinkel auf den schwarzen Spiegel, so erscheinen die Bilder für parallele und rechtwinklig gekreuzte Polarisations Ebenen zugleich neben einander. Dasselbe sieht man, wenn statt des Arragonits isländischer sogenannter Streifenspath angewendet wird, eine mehrfache Zwillingsbildung des Kalkspaths, nach dem Gesetz, Zusammensetzungsfläche parallel, Umdrehungsaxe normal einer Fläche von $\frac{1}{2}R$.

Durch Mineralien von einfacher Strahlenbrechung, wie Flusspath, Steinsalz etc., konnte ich, wie zu erwarten war, keine Bilder sehen, dagegen bemerkte ich sie mit Verwunderung durch Platten von gewöhnlichem Glase, und zwar sehr schön durch Platten von Spiegelglas von 3 bis 4 Linien Dicke. Es war dabei gleichgültig, ob ich eine einzige solche Platte anwendete oder mehrere auf einander legte.

Um die Bilder deutlicher, und ohne durch fremdes Licht gestört zu werden, sehen zu können, ist es zweckmäßig sich folgender Vorrichtung zu bedienen. Man befestige in einem ungefähr 3 Zoll langen, 2 Zoll im Durchmesser haltenden Rohre (siehe



die nebenstehende Figur), dessen innere Seite geschwärzt ist, eine Tafel von einaxigem oder zweiaxigem Glimmer, oder von hinlänglich dickem Spiegelglas

in diagonaler Stellung, und bringe in *a* eine Oeffnung an, wodurch man sieht. Dieses Rohr hält man bei Versuchen unter dem nöthigen Winkel gegen einen schwarzen Spiegel und bewegt dazwischen eine Kalkspathplatte,

ein Glimmerblatt etc., bis das eine Bild erscheint. Dreht man dann das Rohr um 90° herum, so erhält man das zweite Bild. Mit diesem Apparat läßt sich auch die Polarisation, durch Brechung erzeugt, deutlich und leicht beobachten. Man befestige auf dem Boden einer Kapsel, welche das Rohr schliessen kann, eine Kalkspathplatte und schneide unmittelbar unter derselben ein Loch in den Boden der Kapsel, wodurch das Licht einfallen kann. Man schliesse mit dieser Kapsel das Rohr und sehe auf einen schwarzen Spiegel, indem man den Winkel aufsucht, wobei das Licht durchgeht. Zeigen sich die Bilder, so ist es ein Beweis, daß die Kalkspathplatte die gehörige Neigung zur Glimmertafel habe; ist dieses nicht der Fall, so muß man ihr diese Neigung geben. Ist dieses nun geschehen, so halte man vor die Oeffnung des Rohrs, wodurch das Licht einfällt, ein Glimmerblatt, eine Glastafel, eine etwas dicke Platte von Kalkspath (nach den natürlichen Spaltungsflächen), eine Gypsplatte, Topasplatte etc., und drehe sie nun so, daß sie mit der eingeschlossenen Glimmertafel ungefähr einen Winkel von 45° bis 50° mache, das Rohr kann dabei horizontal, die Tafel, wodurch das Licht einfällt, vertical gestellt seyn. Man wird mit leichter Uebung den Punkt finden, wo das Bild mit dem schwarzen Kreuze sich zeigt. Dreht man wieder das Rohr um 90° , so erhält man das zweite Bild mit dem weissen Kreuze. Ich glaube, daß man sich dieses Apparats auch mit Vortheil bedienen kann, um zu untersuchen, ob eine Substanz überhaupt doppelte Strahlenbrechung besitze, und ob sie das Licht vollkommener oder weniger vollkommen polarisire; denn Platten von Substanzen mit einfacher Strahlenbrechung zeigen keine Bilder, wenn man das Licht durch sie einfallen läßt. Nur muß man dabei beachten, daß manches, z. B. das von grauen Wolken reflectirte Sonnenlicht, schon zum Theil polarisirt ist. — Daß man die Bilder bei zweiaxigen Mineralien schon beim bloßen Durchsehen (mit nahe

gebrachtem Auge) auf einem schwarzen Spiegel bemerkt, habe ich schon im vorigen Aufsatz beim Arragonit und zweiaxigen Glimmer angegeben. Ich habe dasselbe auch am schwefelsauren Baryt, geschnitten nach oP^*), und am Topas durch seine vollkommenen Durchgänge beobachtet, und zwar an ganz einfachen Krystallen. Diese Erscheinung läßt sich vielleicht durch die Wirkung einer versteckten blättrigen Structur nach pyramidalen oder sonst in der Krystallreihe möglichen Flächen erklären.

Endlich habe ich auch den nelkenbraunen Bergkrystall (Rauchtopas) für die Polarisationsversuche eben so brauchbar gefunden, als den Turmalin. Er zeigt durch die Seitenflächen des Prisma's, in ganz ähnlicher Lage wie der Turmalin am Kalkspath, Glimmer etc., die Bilder, wenn man gegen einen schwarzen Spiegel sieht. Dabei erscheint am Kalkspath das Bild mit dem schwarzen Kreuz, wenn die Streifen der Seitenflächen auf einer horizontalen Linie des Spiegels normal stehen, beim Umdrehen um 90° aber das Bild mit dem weissen Kreuz. Aehnlich verhält sich auch der Diopsid; hier aber erscheint das schwarze Kreuz, wenn die Streifen der Seitenflächen horizontal liegen, das weisse aber beim Umdrehen um 90° . Auch der Arragonit zeigt durch die Flächen $\infty P \infty$ und der schwefelsaure Baryt durch $\infty P 2$ die Bilder, doch gewöhnlich nur blafs.

*) S. m. Charakteristik der Mineralien, I. Abthl. S. 84.

IV. *Thermoelektrische Beobachtungen, mitgetheilt
in der Versammlung der Naturforscher und
Aerzte zu Hamburg 1830;
vom Professor Muncke in Heidelberg.*

Man hat bekanntlich oft von sehr geringen, den Messungen leicht entweichenden, Repulsionen des Lichtes, der Wärme u. s. w. geredet. Um ein Werkzeug zum Messen solcher verschwindend kleinen Kräfte zu besitzen, und wo möglich ihr Vorhandenseyn durch eigene Versuche auszumitteln, liefs ich mir eine Coulomb'sche Drehwaage verfertigen, welche aus einer Halbkugel von vorzüglich hellem und klarem Glase mit einem in verticaler Richtung aufgesetzten 18 Zoll hohen und 1,25 Zoll weiten gläsernen Cylinder besteht. Letzterer ist oben mit einer in 360 Grade getheilten elfenbeinernen Scheibe bedeckt, durch welche ein oben mit einem Zeiger versehener drehbarer Stift herabgeht. An das untere Ende des Stiftes ist mit etwas Gummi ein kurzer Seidenfaden zum Anknüpfen eines Coconfadens befestigt, welcher letztere in der Axe des Cylinders bis in die Halbkugel herabhängt, und 1,5 Zoll über der hölzernen, mit Stellschrauben zur horizontalen Richtung versehenen, Bodenscheibe einen gläsernen Waagebalken trägt. Der untere Rand der Halbkugel ist in einen zwei Linien tiefen, mit Leder ausgefüllten Falz der genannten Scheibe so eingelassen, daß man die Halbkugel mit ihrem Cylinder um ihre verticale Axe leicht drehen kann. Der Waagebalken endlich besteht aus einem acht Zoll langen Glasstäbchen von kaum 0,2 Lin. Dicke, und trägt am einen Ende ein Kügelchen von Sonnenblumenmark, etwa eine Linie im Durchmesser haltend, am andern aber ist als Gegengewicht etwas Blattgold blofs mit Gummi unordentlich festgeklebt. We-

gen seiner Feinheit biegt er sich durch dieses und sein eigenes Gewicht etwas wenig. Es gelang mir, das untere Ende des Coconfadens so in der Mitte des Waagebalkens zu befestigen, daß dieser genau horizontal schwebt, und also außer der Bewegung in einer horizontalen Ebene auch eine in der verticalen gestattet *). Wenn man nun berücksichtigt, daß Bennet einen Spinnfaden mehrere tausend Male um seine Axe drehte, ohne einen meßbaren Widerstand desselben wahrzunehmen, und von einem Coconfaden wohl das Nämliche gilt, so ergibt sich hieraus die Feinheit des beschriebenen Apparates wohl von selbst.

Aus Mangel an Zeit zur unmittelbaren Anstellung der beabsichtigten Versuche stellte ich diesen Apparat auf einen Tisch an einem Fenster des physikalischen Cabinetes, und es war gerade damals, als Heidelberg das Glück hatte, die Versammlung der Naturforscher und Aerzte in seinen Mauern zu sehen, daß ich eine automatische Drehung des Waagebalkens wahrnahm, indem das Kügelchen entweder nach dem Fenster gegen Osten, oder nach dem Saale gegen Westen gerichtet war, und eine dieser Richtungen wieder annahm, um welchen beliebig großen Winkel ich auch die Halbkugel oder den Stift mit dem Coconfaden drehen mochte. Ich zeigte sogleich

*) Da diese feine Balancirung schwierig ist und viele Zeit raubt, so band ich bei allen später gebrauchten Waagebalken die beiden Enden eines kurzen Fadens ungezwirnter Seide, wie man solche von den Knopfmachern erhält, jedes in einem Abstände von etwa 0,75 Zoll von der Mitte des feinen Stäbchens fest, und knüpfte in die Mitte der hierdurch gebildeten Gabel das eine Ende des Coconfadens, mittelst einer Schleife, fest. Durch Verschiebung des einen oder andern Endes des Seidenfadens auf dem Glasstäbchen läßt sich letzterer leicht in eine genaue horizontale Lage bringen; und überhaupt ist die ganze Arbeit seiner Herrichtung nicht schwierig, wenn man sie auf einem glatten Tische dem hellen Lichte gegenüber vornimmt, um den Coconfaden genau sehen zu können.

die räthselhafte Bewegung meinen speciellen Bekannten v. Horner und Kämtz, aber sie waren eben so wenig als ich selbst im Stande, die Ursache derselben anzugeben. Zufällig traf es sich, daß an allen Orten, wo ich den Apparat aufstellte, die Richtung des Waagebalkens allezeit auf den astronomischen oder magnetischen Meridian nahe genau perpendicular war, weil die sämtlichen gewählten Zimmer ihre Fenster nach Osten oder Westen gerichtet hatten. Um über den möglichen Einfluß dieser Meridiane Gewißheit zu erhalten, wählte ich eine Reihe Zimmer mit entgegengesetzter Lage der Fenster, und als der Waagebalken hierauf seine frühere Richtung um 90 oder 270 Grade änderte, würde ich die Ursache des Phänomens in dem Einflusse des Lichtes gesucht haben, wenn ich nicht gleichzeitig beobachtet hätte, daß die Drehungen eben sowohl bei Nacht als bei Tage erfolgten. Es blieb daher nichts übrig, als eine Wirkung der Wärmeströmungen anzunehmen, welches zugleich dadurch angezeigt wurde, daß die Drehung allezeit erfolgte, wenn die äußere Temperatur sich um 3 bis 5 Grade R_g gegen die im Zimmer änderte, wobei das Kügelchen allezeit der Richtung der Wärmeströmung entgegenstand.

Um hierüber Gewißheit zu erhalten, näherte ich der Halbkugel an verschiedenen Stellen erwärmte Körper, unter andern namentlich einen Rumford'schen blechenen Würfel mit heißem Wasser gefüllt, und durch dieses Experiment war sogleich das ganze Räthsel gelöst. So wie nämlich die stärkere Wärme auf das Glas wirkte, wurde dieses in einem solchen Grade elektrisch, daß es nicht bloß eine schnelle horizontale Drehung des Waagebalkens bewirkte, sondern sogar das Kügelchen mit sammt dem Waagebalken aus der Entfernung von einem Zoll bis zum Anschlagen anzog, in einigen Fällen sogleich, in andern erst nach einem mehrere Secunden dauernden Festhalten abstieß, nach einiger Zeit der Ruhe aus der ihm mitgetheilten Entfernung abermals anzog, kurz ihm genau sol-

che Bewegungen mittheilte, als solche Kugeln zu zeigen pflegen, wenn man sie einem mit Electricität geladenen Conductor nähert.

Die Bewegungen leichter, durch Electricität angezogener Körper sind, bei etwas stärkerer elektrischer Spannung, von einer so eigenthümlichen Beschaffenheit, daß ein geübter Beobachter sie von andern leicht zu unterscheiden vermag. Weil ich mir aber sogleich vornahm, die wahrgenommenen Erscheinungen weiter zu verfolgen, und mehrfache Bewegungen leichter Körper, durch Luftströmungen verursacht, bereits von Andern beobachtet sind, so suchte ich vor allen Dingen zuerst auszumitteln, ob die Luft alleinige oder mitwirkende Ursache der erwähnten Erscheinungen sey. Zu diesem Ende verfertigte ich einen zweiten Waagebalken auf die oben angegebene Weise, hing diesen unter einer Campana auf, setzte die letztere auf einen abzuschraubenden Teller der Luftpumpe und exantlirte bis auf zwei Par. Linien Differenz der Barometerprobe. Der Apparat zeigte die nämlichen Erscheinungen, und in gleicher Stärke, als der anfänglich gebrauchte, so weit hierüber nach bloßer Schätzung ohne eigentliche Messung entschieden werden kann. Eine etwas kleinere, gleichfalls für diese Versuche zugerichtete Campana von minder hellem Glase auf einem gläsernen Luftpumpen-Teller hat seitdem mehrere Monate in meinem Zimmer auf einem eigenen Gerüste gestanden, um den Einfluß mäßig geänderter Temperatur anhaltend wahrzunehmen. Obgleich anfangs nach dem Exantliren Alles völlig luftdicht verschlossen und gegen das Eindringen der äußeren Luft gänzlich gesichert zu seyn schien, so mußte dennoch die Exantlirung etwa nach acht Tagen wiederholt werden, weil dann die verdünnte Luft nur noch ungefähr die Hälfte der atmosphärischen Dichtigkeit hatte. Aber auch dieser veränderliche Zustand zeigte nicht den geringsten Einfluß auf die Drehungen des enthaltenen Waagebalkens.

In beiden exantlirten Campanen war zwar kein ab-

solutes Vacuum, und somit könnte man allerdings sagen, daß die gänzliche Abwesenheit einer Mitwirkung der Luft auf die beobachteten Bewegungen durch diese Versuche nicht strenge erwiesen sey; allein ich glaube, daß es eines solchen Beweises im vorliegenden Falle überhaupt nicht bedarf. Die durch Luftströmungen verursachten Bewegungen der auf die angegebene Weise verfertigten und aufgehängenen Waagebalken kann man leicht erhalten, wenn die Apparate gegen die frei von Außen eindringende Luft nicht hinlänglich verwahrt sind. In diesem Falle werden die Waagebalken durch das Gehen im Zimmer oder sonstige Ursachen in horizontale Drehungen versetzt, welche nach der Stärke der Einwirkung schneller oder langsamer sind, jederzeit allmählig abneimen, und endlich den Waagebalken nach mehrmaliger Umdrehung durch einen ganzen Kreis an irgend einer willkürlichen Stelle zur Ruhe kommen lassen, aber mit diesen Drehungen haben die von mir beobachteten und der erregten Elektrizität beizumessenden bei einem auffallenden Unterschiede nur eine entfernte Aehnlichkeit. Wird nämlich der Halbkugel ein mäßig erwärmter Körper genähert, wozu selbst die natürliche Wärme des Beobachters unter geeigneten Umständen genügt, so nähert sich das Kügelchen mit unmerklich beschleunigter Geschwindigkeit der erwärmten Stelle, und bleibt dort ruhend, oder, wenn es vorübergeht, so kehrt es aus einer geringeren Entfernung, als die anfängliche war, wieder zurück, und kommt in der Regel nach einigen wenigen Oscillationen zur Ruhe. Hierbei könnten allerdings die durch Wärme erzeugten Luftströmungen eine Bewegung des Waagebalkens in der horizontalen Ebene zur Folge haben, wenn man annehmen wollte, daß die erwärmten Schichten aufstiegen, und daß dadurch die seitwärts befindlichen in den verlassenen Raum zu fließen vermocht würden; allein man muß wohl berücksichtigen, daß auch bei den anhaltendsten Beobachtungen zwischen den durch mehr oder weniger wirk-

same Ursachen erzeugten Bewegungen keine bestimmte Grenzscheidung bemerkbar war, indem sie vielmehr der wachsenden Stärke der wirkenden Ursache proportional an Stärke zunahmen, welches zu dem Schlusse berechtigt, daß sie insgesamt durch eine gleiche, mehr oder minder wirksame Ursache erzeugt wurden. Wenn ich aber der Campana den mit etwa bis 50° C. erwärmten Wasser gefüllten Würfel näherte, insbesondere aber wenn ich das Rouleau aufzog und die Sonnenstrahlen auf dieselbe fallen liefs, so erfolgte sehr bald nicht blofs eine schnelle Drehung des Waagebalkens, sondern das Kügelchen desselben wurde erst nach der erwärmten Stelle hingezogen, wenn es sich nicht schon derselben gegenüber befand, fuhr dann mit Heftigkeit durch einen Raum von einem Zoll und darüber gegen die Wandung des Glases, wurde daselbst zuweilen einige Secunden festgehalten, dann zurückgestofsen, demnächst nach dieser Anziehung, oder wenn dieselbe auch nicht stattgefunden hatte, in horizontaler Ebene rückwärts bewegt, niemals aber um 180° , selten über 90° , wie stark auch seine Bewegung seyn mochte; nach einiger Zeit erfolgte dann eine abermalige Bewegung nach der erwärmten Stelle des Glases, und auch wohl eine nochmalige Anziehung durch die Wandung desselben, die auch oft erst bei der zweiten oder dritten Oscillation stattfand, und so oscillirte das Kügelchen während der fortdauernden Erwärmung um den erwärmten Raum in vielfachen Richtungen mit unleugbaren Kennzeichen einer wechselnden Anziehung und Abstoßung. Solche einander entgegengesetzte Bewegungen sind aus Luftströmungen nicht blofs nicht erklärlich, sondern stehen mit denen durch diese Ursache erzeugten in einem unverkennbaren Widerspruche.

Daß also diese stärkeren Anziehungen des Kügelchens nicht von Luftströmungen herrühren, scheint mir hiernach völlig erwiesen, und es ist also nur die Frage, ob nicht die gewöhnlichen geringeren Bewegungen des

Waagebalkens ganz oder zum Theil dieser Ursache beizumessen seyn möchten. Auch dieses glaube ich auf das Bestimmteste verneinen zu müssen, und zwar aus folgenden Gründen. Zuerst findet, wie schon bemerkt wurde, zwischen den stärkeren und schwächeren Oscillationen keine bestimmte Grenzscheidung statt, sondern sie gehen von den geringsten zu den grössten gleichmäfsig steigend in einander über, so dafs man sie insgesamt der nämlichen Ursache beilegen mufs. Zweitens ist es zwar unmöglich, den Versuch im absoluten Vacuo anzustellen, und hieraus einen entscheidenden Beweis herzunehmen; da aber die Erscheinungen sich in so bedeutend verdünnter Luft, als von mir angewandt wurde, gleichmäfsig als in der von atmosphärischer Dichtigkeit zeigen, so scheint mir auch hierdurch die Sache genugsam erwiesen. Endlich drittens mufs ich selbst die Möglichkeit vorhandener Luftströmungen, namentlich bei den geringeren Schwankungen, durchaus in Abrede stellen, und diese Erörterung ist ausserdem für die richtige Würdigung der gesammten Erscheinungen von grösster Wichtigkeit. Die später zu erwähnenden Apparate standen dem Fenster niemals näher als in einem Abstände von 3 Par. Fufs in einem grossen Saale von 12 einander gegenüber befindlichen Fenstern, worin also ungleich stärkere Luftströmungen, als in den engen, dicht verschlossenen Apparaten stattfinden mufsten, der beschriebene Apparat mit der Halbkugel stand aber geraume Zeit mitten in einem grossen, über 22 Fufs in's Gevierte haltenden Zimmer, folglich in mehr als 10 Par. Fufs Abstand vom Fenster. Es war mithin in allen diesen Fällen unmöglich, dafs die einander gegenüberstehenden Wandungen desselben eine so ungleiche Temperatur haben konnten, als zur Erzeugung von Luftströmungen überhaupt, viel weniger aber von solchen erforderlich gewesen wären, die den Waagebalken in Bewegung setzen, und demnächst an einer bestimmten Stelle festhalten konnten. Aber selbst ange-

nommen, die in der Richtung der Wärmeströmung liegenden Wandungen der Apparate hätten eine kaum merklich höhere Temperatur angenommen, und hierdurch ein Aufsteigen der sie berührenden Luftschichten veranlaßt, so konnte jeder Berechnung nach die hierdurch in so engen und festverschlossenen Räumen erzeugte Bewegung auf keinen Fall stark genug seyn, um das oft 90° und mehrere bis 180° entfernte Holundermarkkugeln in horizontale Bewegung zu versetzen, auf allen Fall aber wäre dieses den mechanischen Gesetzen ganz zuwider, wenn der Abstand genau 180° betrug, und doch war bei den durch den Wechsel der inneren und äußeren Temperatur bedingten Drehungen dieses der gewöhnliche Stand des Waagebalkens. Wollte man auf diese Argumentation den Einwurf gründen, daß hiernach auch die Elektrizität keine Bewegungen erzeugen könne, so ist diesem zu entgegen, daß diese Potenz attractiv und repulsiv wirkt, und wenn also nicht etwa ein Punkt, sondern eine Fläche an jeder der gegenüberstehenden, in der Richtung der Wärmeströmung liegenden Wände der Apparate elektrisch erregt wird, so muß nothwendig eine Bewegung des Waagebalkens, und zwar allezeit die leichtere, nämlich in horizontaler Richtung, erfolgen. Endlich läßt sich aber aus der Kleinheit der elektrischen Spannung kein Argument hernehmen, denn eben hierin liegt das Merkwürdige der Phänomene, daß eine so geringe Wärmedifferenz und die hierdurch erzeugte, anderweitig ganz unmeßbare Wärmeströmung dennoch hinreichend ist, um eine Elektrizität zu erregen, welche die im höchsten Grade leichte Bewegung des Waagebalkens erzeugt.

Wenn also nach diesen überwiegenden Gründen sowohl die bereits erzählten, als auch die später zu erwähnenden Erscheinungen der durch Wärme erregten Elektrizität beizumessen sind, so folgt hieraus von selbst, daß die durch Mark Watt *) beobachteten Anziehungen des

*) *Edinb. Phil. Journ.* 1828.

Sonnen- und sogar des Monden-Lichtes, welche mein verehrter Freund Pfaff *) nach seinen Versuchen den Wärmestrahlen beimeist, keine andere, als die oben beschriebenen sind, bei denen der von mir gebrauchte ungleich feinere Apparat sogleich die eigentliche Ursache richtig aufzufinden gestattete **). Man darf hiernach ferner keineswegs nach Barlocci ***) blofs den farbigen Sonnenstrahlen eine eigenthümliche Elektricität beilegen, noch viel weniger mit Matteucci †) behaupten, die Wärme mache das Glas nicht elektrisch, sondern die Sonnenstrahlen besäfsen selbst die Elektricität. Uebrigens waren die Apparate des Letzteren, welcher den Knopf des Blattgoldelektrometers mit einer erwärmten Glastafel berührte, für solche Versuche keineswegs empfindlich genug.

Hätte ich durch die bisher erzählten Versuche nichts weiter ausgemittelt, als dafs die Wärme das Glas elektrisch mache, also die Zahl der thermo-elektrischen Erscheinungen blofs um eine einzige vermehrt, so dürfte der Gegenstand kaum der öffentlichen Bekanntmachung werth seyn; allein das Ganze scheint mir allerdings von grofser Bedeutung zu seyn, die gemachten Erfahrungen führten mich nämlich zu der Betrachtung, ob vielleicht mehrere oder alle Körper, mithin auch diejenigen, welche die Erdkruste bilden, auf die angegebene Weise thermo-elektrisch seyn möchten, so dafs durch die wechselnde Wärme und namentlich die Sonnenstrahlen auf

*) Schweigg. Journ. Bd. LXVI.

**) Ob Fresnel's merkwürdige Beobachtungen über eine Repulsivkraft der Wärme in *Annal. de Chim. et Phys. T. XXIX. p. 57.* (dies. Ann. Bd. 80. S. 355.) auch unter diese Klasse gehören, wage ich nicht mit Gewifsheit zu entscheiden. Möglich ist es wenigstens.

***) *Quarterly Journ. of Sc. New. Ser. N. II. p. 173.*

†) Ferussac, *Bulletin. Math. 1829, N. XII. p. 420.* Schweigg. Journ. Bd. LVIII. p. 67.

unserer Erde Electricität erzeugt, und diese dadurch zu einem Magnete gemacht werde; eine Hypothese, welche zwar verschiedentlich, namentlich auch von Ampère, geküßert, aber durch keine entscheidende Versuche bestätigt ist. Die Möglichkeit einer solchen Wirkung mußte schon dadurch sich der Wahrscheinlichkeit nähern, daß einige aus dem Holze des Bodenbrettes abgegebene, an den inneren Wandungen der gläsernen Halbkugel niedergeschlagene Feuchtigkeit, wonach also die in derselben eingeschlossene Luft das Maximum ihrer Sättigung mit Wasserdampf zeigte, die elektrischen Wirkungen nicht schwächte, vielmehr zu verstärken schien, wenn dieser Schluß anders gültig ist, da der Niederschlag allezeit nur nach directer Einwirkung der Sonnenstrahlen stattfand, denn im Schatten zog vielmehr das Holz die Feuchtigkeit wieder an.

Der Lösung des fraglichen Problems, ob die Bestandtheile der Erdrinde durch Erwärmung gleichfalls elektrisch werden, oder ob diese Eigenschaft bloß dem Glase eigenthümlich sey, stellte sich sogleich eine bedeutende Schwierigkeit entgegen, nämlich die zur Erdkruste gehörigen Körper auf eine geeignete Weise in Untersuchung zu nehmen. Vor allen Dingen fiel mir ein, die Frage zunächst in Beziehung auf das Eis zu beantworten, da dieses einen so großen Theil des Erdballs bedeckt, und ich benutzte daher die anhaltende große Kälte des vorigen Winters zu Versuchen hierüber. Zu diesem Ende liefs ich zwischen zwei metallenen Gefäßen einen hohlen Cylinder Eis gefrieren, erwärmte dann zuerst den inneren hohlen metallenen Cylinder von Innen durch Schwämme mit heißem Wasser getränkt, und zog diesen heraus, nachdem er sich allseitig losgelöst hatte, dann eben so den äußeren, und es glückte mir, einen schönen hohlen Eiscylinder von 10,8 Zoll äußerem und 10 Zoll innerem Durchmesser, also von 0,8 Zoll Dicke zu erhalten, welcher 18 Zoll Höhe hatte, und bei der heftigen Kälte in

einer blechenen Schüssel mit etwas Wasser sofort fest fror, so daß er inwendig und auswärts bis an den 2 Z. abstehenden Rand der Schüssel einen zolldicken Boden von Eis hatte. Um den störenden Einfluß des Luftzuges abzuhalten, deckte ich über den Cylinder eine in ihrer Mitte durchbohrte Spiegelscheibe, und liefs diese auf demselben dadurch festfrieren, daß ich bei einer Temperatur von -12° R. eiskaltes Wasser mittelst der Spitze einer Pipette zwischen die Scheibe und den oberen Rand des Cylinders fließen liefs, welche Operation mit solcher Leichtigkeit bewerkstelligt wurde, daß ich das Wasser sich in dem ungleich weiten Zwischenraum ausbreiten und im Augenblicke zu Eis werden sah. Ueber das in der Mitte der Spiegelscheibe befindliche Loch wurde eine kleine, mit einem langen, oben durch einen Korkstöpsel verschlossenen Halse versehene Campana mit etwas Pomade dicht schließend gestellt, von dem Korke aber hing ein kurzer Seidenfaden herab, um an diesen bequem den Coconfaden zu knüpfen, welcher am andern Ende den 8 Zoll langen feinen Waagebalken mit einer Kugel von Sonnenblumenmark am einen, und etwas Blattgold zum Balanciren am andern Ende trug, so daß derselbe 14 Z. tief unter der Glasscheibe schwebte, um einen möglichen Einfluß der letzteren zu vermeiden. Diesen so vorgeordneten Apparat stellte ich neben den oben beschriebenen auf einen gemeinschaftlichen Tisch, um das Verhalten beider mit einander zu vergleichen. Ueber vier Wochen lang setzte ich diese Beobachtungen fort, und bemerkte mit innigem Vergnügen, daß das Eis allerdings gleiche Wirkungen mit dem Glase zeigte, indem die Kügelchen beider Waagebalken nach dem Zimmer hin gerichtet waren, wenn die Wärme in diesem die äußere um 3° bis 4° R. übertraf, und im entgegengesetzten Falle ihre Richtung umkehrten. Die Wirkung war vorzüglich stark, wenn an heiteren Tagen die Sonnenstrahlen zwischen 9 bis 11 Uhr die Wandungen des Eiscylinders tra-

fen, aber die geringeren Wirkungen hörten auch dann nicht auf, als das Eis bei wiederkehrender Wärme zu schmelzen anfang, bis ich den Apparat aus einander nehmen mußte, um das Zerbrechen der Scheibe beim stärkeren Schmelzen des Eises zu vermeiden.

Der hiernächst construirte Apparat war ein Cylinder von dicker Pappe, 12 Zoll im Durchmesser und 10 Zoll hoch, mit einem Boden von derselben Substanz, welcher mit der eben genannten Spiegelscheibe mittelst zwischengelegten Leders zur Abhaltung jeder Luftströmung bedeckt wurde, und in welchem der Waagebalken auf die angegebene Weise 2 Zoll über der Bodenfläche schwebte. Auch bei diesem Stoffe blieben die Drehungen nicht aus, waren jedoch ungleich schwächer als beim Eise und beim Glase.

Um eine, den Bestandtheilen der Erdrinde etwas näher stehende Substanz in Untersuchung zu nehmen, wählte ich Töpferthon, liefs aus diesem einen 14 Zoll hohen und 11,5 Z. weiten Cylinder von nahe genau 0,6 Zoll Dicke der Wandungen verfertigen, welcher blofs an der Sonne so weit getrocknet war, dafs er sich selbst und den Druck der Glasscheibe trug, hing in diesem den Waagebalken auf die angegebene Weise 4 Zoll über der Bodenfläche schwebend auf, und stellte ihn gleichfalls neben den zuerst beschriebenen gläsernen Apparat. Zum Beweise, dafs einige Feuchtigkeit die Wirkung nicht hindere, diente dabei der Umstand, dafs ich den oberen Rand des hohlen Cylinders benetzte und mit einer Lage ganz weich gemachten Thones bedeckte, um auf diesem die Spiegelscheibe zur Sicherung gegen den Luftzug festzukleben und von Aufsen zu verschmieren. Sobald der Apparat in hinlängliche Ruhe gekommen war, also vor dem Eintritte seiner sogenannten Lufttrockenheit, welche jedoch bei damals herrschender grofser Sommerwärme, obgleich im Schatten, ziemlich bald erfolgen mochte, also sobald der Unterschied der Temperatur auf seine Wan-

dungen eingewirkt hatte, zeigten sich auch bei diesem die regelmässigen Drehungen und Richtungen des Waagebalkens. Seit etwa der Mitte des Monats Juli bis zu Anfang Septembers habe ich diesen noch jetzt vorhandenen Apparat viel beobachtet, und neben den durch gewöhnlichen Temperaturwechsel bewirkten Bewegungen bedeutend starke dann wahrgenommen, wenn die Sonnenstrahlen selbst nur durch ein leinenes Rouleau oder unter diesem hin nur auf einem geringen Theil des Cylinders auffallend die eine Seite desselben erwärmten.

Alle bisher mitgetheilte Beobachtungen sind untrüglich und vollkommen sicher, können auch ausserdem leicht controlirt werden, sobald sich Jemand die Mühe geben will, die eben aus dieser Ursache genau beschriebenen Apparate nachzumachen. Eine Messung der Stärke, womit die elektrischen Repulsionen bei den verschiedenen Körpern den Waagebalken bewegten, könnte zwar aus dem Gewichte des Waagebalkens, seiner Länge und der Geschwindigkeit seiner Bewegung erhalten werden; die Bestimmung der letzteren würde jedoch nicht blofs schwierig, sondern wahrscheinlich ganz unmöglich seyn, da sie allzu regellos, im Allgemeinen langsam, und nur in den Fällen starker elektrischer Erregung bedeutend geschwind ist. Dürfte man auf eine nur wenig genaue Schätzung einigen Werth legen, so würde ich die elektrische Erregung des Glases durch 10, des Thones durch 4, des Eises durch 3 und der Pappe durch 1 ausdrücken. Diese Angabe gilt jedoch blofs in sofern, als die elektrischen Erregungen der vier genannten Substanzen im Maximo verglichen werden; wenn man aber berücksichtigt, dafs die Beobachtungen beim Eise blofs während der heftigen Kälte angestellt wurden, als das Glas sich minder erregbar zeigte, so möchte ich das Verhältnifs zwischen Eis und Glas durch 1 zu 2 ausdrücken. Die Temperatur hat allerdings einen grossen Einflufs auf diese Erscheinungen, allein keineswegs in der Art, dafs die Stärke

der Repulsionen den Graden der Wärme direct proportional zu setzen wäre, so bedeutend auch die Sonnenstrahlen bei heiterem Himmel hauptsächlich zur Erregung des Glases wirken. Uebrigens aber glaube ich, namentlich während der großen Hitze der Monate Juni und Juli, eher eine Verminderung als eine Vermehrung der Erregungsfähigkeit des Glases und auch des Thones wahrgenommen zu haben; am merkwürdigsten aber schien es mir, daß sowohl beim Glase, als auch beim Eise die Bewegungen des Waagebalkens erfolgten, wenn bei einer Temperatur von -18° R. die Wärme im Saale um 3° bis höchstens 5° von der äußeren verschieden war.

Somit haben also nicht bloß die oben erwähnten Beobachtungen anderer Physiker durch die hier mitgetheilten Versuche eine bestimmte Deutung erhalten, sondern es ist auch factisch erwiesen, daß durch den täglichen Wechsel der Temperatur und hauptsächlich den Einfluß der Sonnenstrahlen Elektricität in den untersuchten Körpern erregt wird. Wenn man nun überlegt, daß unter diesen auch Eis und Thon sind, so scheint es mir nothwendig anzunehmen, daß eben diese und ihnen verwandte Substanzen auch auf unserer Erde einer gleichen Einwirkung, namentlich durch das regelmäßig wechselnde Auffallen der Sonnenstrahlen, unterworfen sind. Die hierdurch erzeugte elektrische Erregung kann an jedem einzelnen Orte nicht anders als geringe seyn, wie sie auch bei einem einzelnen Volta'schen Elektromotor sich kaum wahrnehmbar zeigt; wenn man aber die Größe der in Conflict kommenden Oberfläche, namentlich die unermesslichen Eisfelder unter höheren Breiten berücksichtigt, so kann man nicht wohl umhin, diese Wirkung für bedeutend genug zu halten, um den Magnetismus der Erde daraus abzuleiten, und es wäre dieses dann die von Ampère hypothetisch angenommene stete Strömung der Elektricität von Osten nach Westen, erzeugt durch den täglichen Umlauf der Sonne. Es bietet sich hierbei sogleich

eine Bemerkung dar, welche zu nahe liegt, als dafs sie übersehen werden könnte. Ist nämlich die durch Temperaturerhöhung erregte Elektrizität die positive, oder darf man vielmehr annehmen, was ungleich wichtiger ist, aber auch aus den Versuchen unmittelbar hervorgeht, dafs der die Erde umkreisende elektrische Strom dem Fortgange der täglichen Erwärmung der Erdkruste durch die Sonnenstrahlen folge, so mufs, in Gemäfsheit der durch Erfahrung begründeten elektro-magnetischen Gesetze, der astronomische Nordpol der Erde südpolarischen Magnetismus erhalten, wie sich dieses auch in der Wirklichkeit findet. Die täglichen Variationen der Declinationsnadel fallen gleichfalls mit dieser Erklärung unmittelbar zusammen, in wiefern aber die sonstigen Veränderungen des tellurischen Magnetismus damit in Einklang zu bringen sind, mufs fernerer Untersuchungen anheim fallen.

V. *Ueber eine Methode die Variationen in der Richtung der tellurisch-magnetischen Kraft zu messen, und über einige Anwendungen derselben; von Ludwig Moser.*

Wenn es sich darum handelt, die Veränderungen der Declination zu finden, so kann dies direct geschehen, sobald die angewandte Nadel eine Länge hat, die der Kleinheit dieser Veränderungen entspricht. Aber ein solches directes Verfahren ist nicht mehr möglich, wenn die Variationen der Neigung beobachtet werden sollen. Die Unsicherheit des Ablesens überwiegt so geringe Gröfsen als diese Variationen in unseren Breiten sind, und man mufs daher eine Methode haben, wodurch dieselben hinlänglich vergrößert werden. Denn wichtig sind die täglichen und jährlichen Veränderungen der Inclination; ja sie haben eine Seite der Bedeutung, die denen der Declination

nation abgeht, in sofern sie zugleich auf die *Intensität* der tellurischen Kraft, die an einer horizontalen Nadel gemessen wird, influiren. Viele Beobachter sind gar nicht der Meinung, der Intensität eine Variation zu gestatten; sie setzen alle Veränderungen der horizontalen Kraft der Erde auf Rechnung einer vergrößerten oder verminderten Neigung, und so lange uns Beobachtungen der letzteren abgehen, wie es bis jetzt der Fall ist, kann man eine solche Annahme weder bestätigen noch verwerfen.

Die Veränderungen der Declination stehen in einer offenbaren Beziehung zum Lauf der Sonne; es ist möglich, daß die Sonne selbst einen directen Einfluß darauf ausübe. Ob dieß jedoch der Fall ist, läßt sich erst mit einiger Sicherheit behaupten, wenn das Phänomen der Variationen in seiner Totalität in der Inclination, Intensität und Declination, nicht bloß in dieser letzteren allein, vor uns liegt. Es ist z. B. leicht denkbar, daß alle die Erscheinungen in eben der Verbindung mit dem Sonnenlaufe stehen, als man es von der Declination weiß. Freilich ist das Maximum und Minimum der Intensität im Allgemeinen Abends und Morgens, und nicht, wie bei der Abweichung, Mittags und Morgens, aber das kann nur scheinbar seyn, und daraus entstehen, daß wir die ersteren nicht rein darstellen, d. h. von den Veränderungen der Kraft die der Neigung nicht sondern. Bis dieß geschehen, sind Beobachtungen über die Variationen der Intensität von der Bedeutung nicht, die sie haben könnten, sind vorläufig immer nur Materialien, von denen die Zeit lehren muß, wie sie zu verwenden seyn. Aus solchen Gründen sehe ich mich veranlaßt, hier eine Methode aus einander zu setzen, die von Biot angegeben ist, und die darauf ausgeht, die Veränderungen, sei es der Inclination oder der Declination, so zu vergrößern, daß sie in allen Fällen beobachtet werden können. Diese Methode ist bekannt genug, Biot hat sie in den *Annal. de Ch. et de Ph. T. XXIV. p. 140.* angegeben, einige Beob-

Beobachter sie späterhin angewandt, und namentlich hat Christie von ihr schon eine interessante Anwendung zur Bestimmung des Einflusses der Wärme auf den Magnetismus gemacht. Nichts desto weniger ist diese Methode noch ganz so geblieben, wie sie Biot ursprünglich entwickelt hat, dessen Darstellung aber nur darauf gehen soll, das Princip der Methode nachzuweisen und festzustellen, aber womit ich nicht glaube, daß er der Praxis die nöthigen Formeln an die Hand zu geben beabsichtigte, welches auf dem Wege, den er eingeschlagen hat, nicht auszuführen seyn wird. Um nämlich zu berechenbaren Ausdrücken zu gelangen, hat Biot sich genöthigt gesehen, Voraussetzungen zu machen, die nicht genau sind, und die im Ganzen dem practischen Physiker nicht einmal zu Statten kommen. So nimmt derselbe in jeder Hälfte des Magneten nur einen Punkt an, welcher wirke, und worin die gesammte magnetische Kraft dieser Hälfte concentrirt gedacht werden könnte. Wenn Magnete in endlicher Entfernung auf einander wirken, so ist diese Annahme nicht richtig, aber auch außerdem nicht von Nutzen, da die Stelle, wo man sich im Magneten alle Kraft sollte vereinigt denken, practisch nicht zu finden ist, noch, wie es scheint, nach der Art wird gefunden werden können, die Christie dazu vorgeschlagen hat, und die mir nicht hat gelingen wollen. Christie nämlich legt den Magneten, dessen magnetischer Schwerpunkt ermittelt werden soll, von Osten nach Westen, und bringt eine kleine Magnetnadel darüber. Der gesuchte Punkt soll nun derjenige seyn, über dem senkrecht die Magnetnadel keine Abweichung von ihrer ursprünglichen Lage durch den Magneten erhält. Auf solche Weise aber wird man den Punkt nicht finden, oder besser gesagt, man wird so viele verschiedene finden, als man die Nadel verschieden hoch über dem Magneten anbringt, man wird ferner eben so viele verschiedene Punkte finden können, als man verschiedene Nadeln zur Ausmittlung desselben

anwendet. Die Unmöglichkeit, die Stelle des magnetischen Schwerpunkts zu finden, verhindert die Anwendbarkeit von Biot's und Christie's Formeln, welche auf diese Gröſſe ganz basirt sind. Biot setzt ferner voraus, die Wirkung der magnetischen Kraft in die Ferne geschehe nach den reciproken Quadraten. Freilich ist diese Annahme bei Biot nicht unumgänglich, er hätte irgend eine andere Potenz nehmen können; aber entscheiden müſſte man sich für eine, wenn man die Ausdrücke entwickeln will. Die vorliegende Methode hat hier den Vortheil, von der erwähnten Potenz ganz abstrahiren zu können, und dieser Vortheil mag doch wohl ein reeller seyn, da, so viel Analogieen auch für die zweite Potenz sprechen, experimentell doch hierüber noch nichts Gewisses ermittelt worden.

Ich glaube, daſs im Allgemeinen das einzig sichere Verfahren, irgend eine Gröſſe durch die wechselseitige Wirkung mehrerer Magnete zu bestimmen darin besteht, diese Gröſſe in Form einer convergenten Reihe nach einem Variabeln zu entwickeln, den man in jedem vorliegenden Fall verändern kann, und durch dessen Veränderung man sich so viele Gleichungen bildet, als es zur Bestimmung der Coëfficienten bedarf. Dieses Verfahren ergibt sich als ein nothwendiges durch die Unkenntniſs, in welcher wir, hinsichts der Vertheilung des Magnetismus in jedem Magneten, noch sind. Aber eine wesentliche Bemerkung ist hier zu machen; mit der bloſſen Entwicklung solcher Reihen ist noch nicht Alles geschehen; denn mögen sie mit Bezug auf den Veränderlichen nach welchem sie geordnet sind, convergent seyn, wie es z. B. die später zu entwickelnden gewiſs sind, die nach den Potenzen des Sinus eines sehr kleinen Winkels fortschreiten, so sind doch die Coëfficienten in diesen Reihen Gröſſen, deren Werth sich in der Regel auch nicht einmal ungefähr schätzen läſst. Hier ist also die Schwierigkeit vorhanden, in dem einzelnen Falle ermit-

teln zu können, wie viele Glieder der Reihe den Werth derselben hinlänglich genau darstellen. Um diese Schwierigkeit zu lösen, werde ich zeigen, daß immer ein Coëfficient der aufzustellenden Reihen sich auf eine ganz andere Art bestimmen läßt, und dann jede Unsicherheit verschwinden macht. Noch weiter läßt sich das ganze Verfahren einer andern Art der Probe unterwerfen, die in sofern von Bedeutung ist, als man sich der durch dasselbe bestimmten Coëfficienten anderweitig bedienen wollte. Diese Coëfficienten nämlich sind Functionen der Vertheilung des Magnetismus in den angewandten Nadeln, und können daher dazu dienen, irgend ein hierüber aufgestelltes Gesetz zu prüfen, oder wenn man sich über die Form der Function einigt, welche die Vertheilung ausdrückt, deren Constanten jedem einzelnen Falle anzupassen. Man kann sich nämlich so viele Gleichungen verschaffen, als zur näheren Bestimmung irgend einer aufgestellten Form für die Vertheilung nöthig seyn sollten, und ein solches Mittel ist bis jetzt noch nicht eigentlich vorhanden. Denn das gewöhnliche Verfahren, dessen sich auch Coulomb bedient hat, durch Davorschwingen einer Nadel vor dem Magneten, dessen Vertheilung kennen zu lernen, wird allgemein als ein ziemlich precäres angesehen. Die Wichtigkeit aber, die Vertheilung der Kraft in einer Nadel kennen zu lernen, ist so einleuchtend, daß es überflüssig ist, hier nur das Eine hervorzuhoben, welches eine solche Kenntnifs augenblicklich ergeben würde, die Bestimmung der absoluten Intensität des Magnetismus der Erde.



Es sey ab eine Magnetnadel um ihren Schwerpunkt c beweglich, $a'b'$ ein festliegender Magnet, dessen Ende b' abstoßend auf den Pol b wirke. Die Entfernung beider Centra oder die Linie cc' sei $=r$. Man bezeichne mit $\mu\mu'$ Functionen, welche die Vertheilung des Magnetismus in der Nadel und im Magneten $a'b'$ ausdrücken, wo $\mu\mu'$ Functionen seyn werden von x, x' , d. h. von den Entfernungen des Punktes, dessen Intensität gesucht wird vom Mittelpunkt der Nadel oder des Magneten. Mc sey die Richtung des magnetischen Meridians, und endlich sey $\angle bcb' = z$, $\angle b'ce = i$.

Die Aufgabe ist, den Winkel z zu finden, d. h. den Ruhepunkt der Nadel, die von entgegengesetzten Kräften, von der anziehenden Kraft der Erde und von der abstoßenden des Magneten getrieben wird.

Ist φ die magnetische Kraft der Erde, setzt man $\int \mu x dx = h$, und bildet, wie es in der Figur der Fall ist, die Richtung der Nadel mit dem magnetischen Meridian den Winkel $z-i$, so ist das Drehungsmoment der Nadel $\varphi h \sin(z-i)$. Um die Kraft zu finden, mit welcher der feste Magnet auf die Nadel wirkt, betrachte man die Wirkung zweier Schnitte x und x' (beide Größen von den Mittelpunkten an gerechnet) auf einander. Ihre Entfernung ist $[(r-x')^2 + x^2 - 2(r-x')x \cos z]^{\frac{1}{2}}$. Bezeichnet man mit f die Wirkung zweier als Einheit genommenen Mengen von Magnetismus in der Einheit der Entfernung, und nimmt man an, die magnetische Kraft wirke umgekehrt, wie die n te Potenz der Entfernung, so ist die Wirkung von

$$x \text{ und } x' = \frac{f \cdot \mu \cdot \mu'}{[(r-x')^2 + x^2 - 2(r-x')x \cos z]^{\frac{1}{n}}}$$

Um das Drehungsmoment zu erhalten, muß man diesen Ausdruck mit $x dx dx'$ multipliciren und ein zweifaches Integral für die ganze Länge beider Magnete nehmen, wodurch man erhält:

$$\iint \frac{f \cdot \mu \mu' x dx dx'}{[(r-x')^2 + x^2 - 2(r-x')x \cos z]^{\frac{1}{2}n}}$$

Diese Kraft muß nun rechtwinklig zerlegt, d. h. mit $(r-x') \sin z$

$$\frac{[(r-x')^2 + x^2 - 2(r-x')x \cos z]^{\frac{1}{2}}}{}$$

multiplicirt werden, um die Kraft nach der Richtung der Bewegung der Nadel zu bekommen. Somit ergibt sich die Gesamtwirkung des festen Magneten auf die Nadel

$$\sin z \iint \frac{f \cdot \mu \mu' x (r-x') dx \cdot dx'}{[(r-x')^2 + x^2 - 2(r-x')x \cos z]^{\frac{1}{2}(n+1)}} \quad (D)$$

Bezeichnet man der Kürze wegen $f \mu \mu' x (r-x')$ mit $\psi(x, x')$, $(r-x')^2 + x^2$ mit p , $(r-x')x$ mit q , so erhält man als Bedingungsgleichung des Gleichgewichts:

$$q h \sin(z-i) - \sin z \iint \frac{\psi(x, x') dx dx'}{(p-2q \cos z)^{\frac{1}{2}(n+1)}} = 0.$$

Es kommt nun darauf an das zweite Glied dieser Differenz in eine convergente Reihe nach z darzustellen. Zu dem Ende setze man für $\cos z$ $1 - 2 \sin^2 \frac{1}{2} z$, so geht

$$\begin{aligned} & \iint \frac{\psi(x, x') dx dx'}{(h-2q \cos z)^{\frac{1}{2}(n+1)}} \text{ über in} \\ & \iint \frac{\psi(x, x') dx dx'}{(p-2q)^{\frac{1}{2}(n+1)}} = N \iint \frac{\psi(x, x') q \cdot dx dx'}{(p-2q)^{\frac{1}{2}(n+3)}} \sin^2 \frac{1}{2} z \\ & + N_1 \iint \frac{\psi(x, x') q^2 \cdot dx dx'}{(p-2q)^{\frac{1}{2}(n+5)}} \sin^4 \frac{1}{2} z - \text{etc. oder in} \end{aligned}$$

$$A - B \sin^2 \frac{1}{2} z + C \sin^4 \frac{1}{2} z - \text{etc.}$$

Die Größen N, N' etc. sind numerische Coëfficienten,

die von n abhängen; für $n=2$ wird $N=6$, $N_1=30$ etc. Die Bedingung des Gleichgewichts wird auf diese Weise

$$\varphi h \sin(z-i) = A \sin z - B \sin^2 \frac{1}{2} z \cdot \sin z + C \sin^4 \frac{1}{2} z \sin z - \dots (1)$$

oder wenn man durch φh dividirt

$$\sin(z-i) = a \sin z - b \sin^2 \frac{1}{2} z \sin z + c \sin^4 \frac{1}{2} z \sin z - \dots (2)$$

Für kleine Werthe von z ist diese Entwicklung nach Potenzen von $\sin^2 \frac{1}{2} z$ sehr passend, für grössere Werthe von z , und namentlich für solche, die nahe an 90° liegen, wird es besser seyn

$$\iint \frac{\psi(x, x') dx dx'}{(p - 2q \cos z)^{\frac{1}{2}(n+1)}}$$

ohne Weiteres zu entwickeln, und die Bedingung des Gleichgewichts dann so auszudrücken:

$$\varphi h \sin(z-i) = A_1 \sin z + B_1 \sin z \cos z + C_1 \sin z \cos^2 z + \dots (3)$$

In dem einen oder dem andern Falle nun kann man i successive verändern, die dazu gehörigen beobachteten Werthe von z in eine der vorigen Gleichungen substituiren, und sich so viele Gleichungen verschaffen, als man Unbekannte A , B , C oder A_1 , B_1 , $C_1 \dots$ angenommen hat. Ihren Werth giebt dann die Elimination. Die Gröfse φh erhält man durch die Schwingungsdauer der Nadel, ist diese $=t$, ihr Moment der Trägheit $=m$, so findet bekanntlich zwischen t und φh die Gleichung statt:

$$\varphi h = \frac{\pi^2 m}{t^2}.$$

Uebrigens braucht man φh nicht zu kennen, wenn man die Bedingungsgleichung wie in (2) schreibt.

Sind auf diese Weise die Coëfficienten durch Elimination gefunden worden, so läfst sich der erste derselben noch auf eine andere Art, und zwar durch Schwingungen finden. A nämlich ist in der Gleichung (1)

$$\begin{aligned}
 &= \iiint \frac{\mu \mu' x (r - x') dx dx'}{[(r - x')^2 + x^2 - 2(r - x')x]^{\frac{1}{2}(n+1)}} \\
 &= \iiint \frac{\mu \mu' x \cdot (r - x') dx dx'}{(r - x' + x)^{n+1}} = F(r).
 \end{aligned}$$

Nun stellt $F(r)$ den ganzen Werth der Wirkung des Magneten für den Fall vor, in welchem z ein sehr kleiner Winkel, $\cos z$, also nahe 1 ist; denn die Gröfse (D) verwandelt sich mit dieser Annahme in $F(r)$. Bringt man daher den festen Magneten im Meridian an, für welche Lage $i=0$, so ist die Kraft, welche auf die bewegliche Nadel wirkt $[\varphi h - F(r)] \sin z$, die Zeit einer ihrer Oscillationen also $\pi \sqrt{\frac{m}{\varphi h - F(r)}} = \Theta$

und da $\pi \sqrt{\frac{m}{\varphi h}} = t$, so bestimmt sich aus bei-

den Gleichungen $F(r) = m\pi^2 \left(\frac{1}{t^2} - \frac{1}{\Theta^2} \right)$; $F(r)$ aber ist der Coëfficient A in der Reihe (1). Hieraus ergibt sich a in der Gleichung (2) $= 1 - \frac{t^2}{\Theta^2}$.

Welche von den Gleichungen (1) oder (2) man also nimmt, ihr erster Coëfficient läfst sich durch die Schwingungsdauer der beweglichen Nadel finden, und, wie später gezeigt werden wird, gerade in dem Falle, der hier am meisten interessirt, wo es sich um die Veränderung der Richtung der magnetischen Kraft handelt. Die Uebereinstimmung des Werthes A nach dieser Methode, mit demjenigen, welchen die Elimination ergab, ist dann ein sicheres Zeichen, dafs man von der Reihe (1) (2) die erforderliche Anzahl von Gliedern beibehalten hat.

Am andern Extreme für $z=90^\circ$ ist der erste Coëfficient A , der Cosinusreihe ebenfalls bekannt und $=\varphi h$. Dieses Arrangement wäre z. B. sehr vorthailhaft, wenn man den

Einfluss der Wärme, oder überhaupt einen, die Kraft des festen Magneten schwächenden Einfluss, untersuchen will.

Ist z weder 0° noch 90° , so stellt der erste Coëfficient, weder der Sinus noch Cosinusreihe, die Gesamtwirkung der beiden Magnete dar, und in der Natur der Aufgabe liegt es, dass man wohl zwischen den Coëfficienten A, B, C, \dots und der Zeit θ , welche die Nadel zu einer Oscillation im Azimuth z braucht, eine Gleichung finden kann, dass aber diese Gleichung, eben weil sie mehrere Unbekannte A, B, C, \dots enthält, dieselben nicht bestimmen kann. Als Prüfungsmittel der richtigen Bestimmung von A, B, C, \dots durch die Elimination, worauf es hier besonders ankommt, wäre freilich eine solche Gleichung vollkommen tauglich, und in sofern will ich zeigen, dass sie auf eine einfache Weise immer gebildet werden kann.

In der That es sey $i=0$, so wird die Gleichung (3) $(qh - A) \sin z - B \cos z \sin z - C \cos^2 z \sin z - \text{etc.} = 0$.

Um die Nadel schwingen zu lassen, entferne man sie aus dem Azimuth z , worin sie zur Ruhe gekommen, um den kleinen Winkel α , und in dem Zeitmoment, den man betrachtet, befinde sich die Nadel um den Winkel β von z entfernt. Da die Nadel jetzt mit dem Meridian den Winkel $z + \beta$ macht, so wirkt auf sie die Kraft $(qh - A) \sin(z + \beta) - B \cos(z + \beta) \sin(z + \beta) \dots$

$$- K \cos^n(z + \beta) \sin(z + \beta)$$

und diese ist nach den Regeln der Dynamik dem zweiten Differentiale des durchlaufenen Bogens $(\alpha - \beta)$ mit Bezug auf die Zeit gleich, also hat man, wenn r die Länge der Nadel ist, allgemein

$$(qh - A) \sin(z + \beta) - K \cos^n(z + \beta) \sin(z + \beta) = -r \frac{d^2 \beta}{dt^2}.$$

Multiplicirt man auf beiden Seiten mit $2r d\beta$ und integrirt, so erhält man:

$$-2r(qh - A) \cos(z + \beta) + \frac{2 \cdot r}{n+1} K \cos^{n+1}(z + \beta) + C = -v^2.$$

Die Constante C wird so bestimmt, daß für $\beta = \alpha$ $v = 0$ wird. Aus dem letzteren Ausdruck für v^2 erhält man v oder:

$$r \frac{d\beta}{dt} = \sqrt{2r(\varphi h - A_1) \cos(z + \beta) - \frac{2r}{n+1} K' \cos^{n+1}(z + \beta) - C} \quad (E)$$

$$dt = \frac{d\beta}{\sqrt{\frac{2(\varphi h - A_1)}{r} \cos(z + \beta) - \frac{2K'}{n+1} \cos^{n+1}(z + \beta) - C}}$$

Da β ein kleiner Winkel ist, so kann man für $\cos \beta$ $1 - \frac{\beta^2}{1.2}$, und β für $\sin \beta$ schreiben, sonach den Nenner der letzten Gleichung nach θ und θ^2 ordnen, indem man für das allgemein angenommene n successive die Werthe 1, 2, 3 etc. setzt, so viel man nämlich Coëfficienten B_1, C_1, \dots hat. Die letztere Gleichung ist dann immer leicht zu integrieren und giebt die Zeit, ausgedrückt durch die Coëfficienten A_1, B_1, \dots , durch z und den ursprünglichen Ablenkungswinkel α . Die Richtigkeit der ersteren kann somit geprüft werden. Daß übrigens in jedem Azimuth z , mit Ausnahme von $z = 90^\circ$, die Nadel wirklich Oscillationen machen wird, ergiebt die Beobachtung; aber man kann es auch aus der Gleichung (E) folgern; denn da von den Potenzen β die erste und zweite vorkommt, so wird der Ausdruck unter dem Wurzelzeichen $= 0$ gesetzt, für β zwei Werthe haben, davon der eine $= \alpha$, der andere den zweiten Werth giebt, für welchen die Geschwindigkeit $= 0$ wird.

Noch auf eine andere Weise läßt sich die richtige Bestimmung der Coëfficienten $ABC \dots$ prüfen. Es verändere sich nämlich die Intensität des ruhenden Magneten, die bis jetzt durch μ' ausgedrückt wurde, in $\omega \mu'$, wo ω irgend ein constanter Factor, d. h. man nehme an, die Intensität jedes Punktes verhalte sich zur früheren wie $\omega : 1$. Da ω constant angenommen worden, so sieht man leicht, daß $ABC \dots$ mit dieser Gröfse zu multipliciren

seyn werden, und dafs die Gleichung (1) übergehen wird in:

$$q h \sin(z-i) - \omega A \sin z + \omega B \sin z \cdot \sin^2 \frac{1}{2} z - \dots = 0 \quad (4)$$

Aus dieser Reihe nun kann ωA , ωB etc. berechnet und mit den früheren Werthen AB etc. verglichen werden. Um die Intensität μ' des ruhenden Magneten in $\omega \mu'$ zu verwandeln, tauche man ihn, z. B. in siedendes Wasser, bestimme seine Intensität vor und nach dem Eintauchen, hierdurch gelangt man zur Kenntnifs des Factor ω .

Die Gleichung (4) dient übrigens zugleich, die Temperaturcorrection, die der ruhende Magnet nothwendig macht, in Rechnung zu bringen. Die Temperatur der beweglichen Nadel ist dagegen ganz gleichgültig, und verlangt nicht, dafs sie in irgend einer Formel berücksichtigt werde, denn jedes Glied in (1) oder (3), das erste nicht ausgeschlossen, verändert sich bei einer Temperaturerhöhung oder Erniedrigung um denselben Factor, der daher übergangen werden kann.

Nachdem nun die allgemeine Gleichung für den Ablenkungswinkel z gebildet worden, ist das Princip der Methode und namentlich nachzuweisen, dafs, wenn der feste Magnet seinen abstofsenden Pol der Nadel zukehrt, die Veränderungen in der Richtung der magnetischen Kraft dadurch vergrößert werden. In der That, man nehme an, die Richtung des Meridians ändere sich um di , werde also $i + di$, so wird z in $z + dz$ übergehen. Diese Veränderungen sind in der Wirklichkeit sehr klein, und man braucht also von der Gleichung (1) nur das Differentiale zu nehmen, indem man z als eine Function von i annimmt. Man erhält so:

$$q h \cos(z-i) = [q h \cos(z-i) - A \cos z + B(\cos z \sin^2 \frac{1}{2} z + \sin z \cos \frac{1}{2} z \sin \frac{1}{2} z) - \dots] \frac{dz}{di} \quad (5)$$

Da in dieser Gleichung nichts unbekannt ist, so kann $\frac{dz}{di}$ daraus berechnet, und wenn die Beobachtung dz be-

stimmt hat, di oder die Veränderung der Richtung der magnetischen Kraft gefunden werden. Man setze $i=0$, also den festen Magneten im Meridian, so ersieht man aus (1), daß allgemein $z=0$ dieser Gleichung Genüge thut, d. h. daß es immer einen Ort des Gleichgewichts für die bewegliche Nadel im Meridian selbst giebt. Für $i=0$ $z=0$ wird (5):

$$\varphi h = (\varphi h - A) \frac{dz}{di}$$

Da A hier eine positive GröÙe ist, so muß $\frac{dz}{di}$ größer als 1 seyn. Das Umgekehrte wäre der Fall, wenn A negativ, oder wenn man die Gleichung hätte:

$$\varphi h = (\varphi h + A) \frac{dz}{di}$$

Hier wäre $\frac{dz}{di}$ ein ächter Bruch, und dz , welches man beobachtet, kleiner, als di , welches man finden will. Dieses letztere würde eintreten, wenn der ruhende Magnet seinen freundschaftlichen Pol der Nadel darbietet, ein Arrangement, welches offenbar den umgekehrten Erfolg von dem hätte, welchen man beabsichtigt.

Für $i=0$ ist das Gleichgewicht im Meridian, theoretisch genommen, immer möglich; aber es wird von anderweitigen Bedingungen abhängen, ob dasselbe dort auch in der That statt finde. Um diese zu entwickeln schreibe man die Gleichung (1) wie folgt:

$$(\varphi h - A + B \sin^2 \frac{1}{2} z - \dots) \sin z = 0 \quad (6)$$

und setze nicht $\sin z$, sondern den andern Factor $= 0$. Man betrachte von diesem Factor der Einfachheit wegen nur die drei ersten Glieder, welches für irgend eine etwas beträchtliche Entfernung der beiden Magnete immer erlaubt ist, so entspricht man der Gleichung $\varphi h - A + B \sin^2 \frac{1}{2} z = 0$ durch $\sin^2 \frac{1}{2} z = \frac{A - \varphi h}{B}$. Hat man hieraus z berechnet, so genügt nicht nur dieser, sondern auch der zuge-

hörige $2\pi - z$, und es giebt dann also auſser dem Meridian noch zwei Punkte, wo die Nadel in Ruhe kommen kann, beide, immer vorausgeſetzt, daſs der feſte Magnet im Meridian liegt, um gleich viel von demſelben entfernt, der eine nach Oſten, der andere nach Weſten. In dieſem Falle nun iſt das Gleichgewicht im Meridian nicht zu erlangen, denn die kleinſte Geſchwindigkeit, mit der die Nadel daſelbſt anlangt, iſt hinreichend, ſie nach der einen oder der andern Seite fortzutreiben.

Aus der Form von $\sin \frac{1}{2}z = \frac{\sqrt{A - \varphi h}}{B}$ ſieht man,

daſs A gröſſer ſeyn muſs, als φh . Nun wächst A , je kleiner die Entfernung beider Magnete, oder je kleiner r wird, daher wird es für r eine Grenze geben, ſo charakterisirt, daſs wenn man r kleiner nimmt, immer reelle Werthe für $\sin \frac{1}{2}z$ und daher für z ſich ergeben, wenn aber r gröſſer genommen wird, kein reeller Werth mehr zu finden iſt. Da in dieſem letzteren Falle der eine Factor in (6) nicht verſchwinden kann, ſo wird, um der Gleichung zu genügen, $\sin z$ oder $z = 0$ geſetzt werden müſſen. Die Nadel kommt dann alſo nur im Meridian zur Ruhe. Dieſe Folgerungen aus der Theorie laſſen ſich durch Beobachtungen leicht beſtätigen.

Wenn man die Veränderungen der Declination oder Inclination vergrößern will, ſo kömmt hauptſächlich nur der Fall in Betracht, wo A kleiner iſt als φh , und wo alſo die Magnetnadel im Meridian bleibt. Dieſes läſſt ſich auch ohne Weiteres einſehen. Denn das Gleichgewicht im Meridian iſt, wenn es ſtattfindet, kein eigentliches, d. h. man kann nicht ſagen, daſs hier die richtende Kraft der Nadel und die abstoſſende des Magneten ſich das Gleichgewicht halten. Durch das Hinzutreten des feſten Magneten iſt im Grunde nichts bewirkt worden, als daſs die Nadel weniger intensiv im Meridian zurückgehalten wird, und daſs, nach welcher Seite auch ſie ſich aus der urſprünglichen Lage, vermöge der Veränderung

des Meridians, entfernt, der abstossende Pol des Magneten dieses Entfernen begünstigt und es vergrößert. Wird dagegen die Nadel in irgend einem Azimuth festgehalten, und ändert sich der Meridian nach Osten oder Westen um einen Winkel ψ , so überzeugt man sich bald, daß der nun eintretende Ort des Gleichgewichts von dem früheren um einen Winkel entfernt seyn wird, der kleiner ist als ψ . Hieraus ergibt sich, daß, um Declinations- oder Inclinationsveränderungen nach dieser Methode beobachten zu können, man die Declinations- oder Inclinationsnadel durch das Hinzufügen eines zweiten festen Magneten nicht aus dem Meridian entfernen darf, oder, daß man die Veränderungen, die man zu vergrößern beabsichtigt, um so weniger vergrößern wird, je weiter die Nadel aus dem Meridian abgelenkt worden.

Zur Ausführung der Methode ergibt sich nun Folgendes. Aus dem Centrum der beweglichen Nadel beschreibe man einen Kreis in der Ebene der Bewegung dieser Nadel, also vertical bei einer Inclinations-, horizontal bei einer Declinationsnadel. Den Kreis theile man ein, indem man den Meridian, oder bei der Neigungsnadel die fortgesetzte Linie der Neigung mit o bezeichnet. Den festen Magneten lege man, mit seinem abstossenden Pol der Nadel zugekehrt, successive in verschiedene Radien dieses Kreises, wobei aber der Mittelpunkt des Magneten von dem der Nadel immer in derselben Entfernung r bleiben muß, die man übrigens hier nicht zu kennen braucht. Es sey i der Winkel den der Magnet, z derjenige den die Nadel mit dem Meridian macht, so setze man die Gleichungen:

$$\frac{\sin(z-i)}{\sin z} = a - b \sin^2 \frac{1}{2} z + c \sin^4 \frac{1}{2} z - \dots$$

$$\frac{\sin(z-i)}{\sin z} = a' + b' \cos z + c' \cos^2 z + \dots$$

von denen die erstere für Werthe von z gebraucht wird die näher an 0° , die zweite für solche die näher an 90°

liegen. Setzt man in dieselben die beobachteten Werthe z und i , so kann man sich so viele Eliminationsgleichungen verschaffen, als man Unbekannte abc . . angenommen hat, und diese dann bestimmen. Die beiden angeführten Gleichungen gelten unter der Bedingung, daß der feste Magnet, und der ihm zunächst liegende abgestoßene Pol der Nadel, zu verschiedenen Seiten des Meridians liegen (wie es in obiger Zeichnung stattfindet). Ist nun für $i=0$ nicht auch $z=0$, so giebt es, wie oben gezeigt worden, zwei Werthe für z , und für den zweiten, der auf *derselben* Seite des Meridians liegt, auf welcher der Magnet sich befindet, muß in den beiden letzten Gleichungen statt $\sin(z-i)$ $\sin(z+i)$ geschrieben werden, während alles Uebrige dasselbe bleibt. Diese Veränderung stellt sich sogleich dar, wenn man erwägt, daß der eine Ablenkungswinkel der Nadel $=z$ gesetzt, der andere $2\pi - z$ seyn wird, wodurch $\sin(z-i)$ in $-\sin(z+i)$ und $\sin z$ in $-\sin z$ übergeht.

Für jeden beobachteten Werth von z kann man nun i oder die Veränderung der Richtung beobachten. Aber eine Bemerkung ist hierbei noch zu beachten. Nicht bloß die Veränderung des Meridians wird den Winkel z influiren, sondern auch die Temperaturverschiedenheit und die Veränderung der tellurischen Intensität, es wird also darauf ankommen, diese Fälle von einander unterscheiden zu können.

1) Wird die Nadel durch den abstoßenden Pol in irgend einem Azimuth außerhalb des Meridians festgehalten, welches zwar für die Declinations- und Inclinationsveränderungen nicht das Vortheilhafte ist, dagegen bei anderen Untersuchungen nöthig wird, so bemerke man, daß der Einfluß der Temperatur und der veränderten magnetischen Intensität auf den Winkel z sich darin von dem der veränderten Richtung unterscheidet, daß bei den ersteren beide Winkel z (zu beiden Seiten des Meridians) gleich, daß dieselben aber verschieden seyn wer-

den, sobald die letztere Ursache den Winkel z verändert. Man nehme nun an, die Temperatur habe die Intensität des Magneten um ω verändert, die Lage des Meridians sey von o in i übergegangen, endlich sey φ oder die tellurische Kraft zur Zeit der Beobachtung $= a\varphi$. Nennt man z und z' die beiden Winkel des Gleichgewichts der Nadel, so hat man mit Zuziehung der Gleichung (4):

$$\frac{a}{\omega} \sin(z-i) = a \sin z - b \sin z \cdot \sin^2 \frac{1}{2} z + \dots,$$

und nach dem, was so eben über die Veränderung von $\sin(z-i)$ in $\sin(z+i)$ bemerkt worden:

$$\frac{a}{\omega} \sin(z'+i) = a \sin z' - b \sin z' \sin^2 \frac{1}{2} z' + \dots$$

Die Ausdrücke rechts sind bekannt, also auch wenn man beide durch einander dividirt $\frac{\sin(z-i)}{\sin(z'+i)} = M$. Hieraus erhält man zur Berechnung von i die Gleichung $\operatorname{tg} i = \frac{\sin z - M \sin z'}{\cos z + M \cos z'}$. Kennt man nun den Einfluss ω der Temperatur auf den festen Magneten, so kann man aus

$\frac{a}{\omega} \sin(z-i)$ die Veränderung der tellurischen Intensität a berechnen, und umgekehrt ω aus a . Macht man z. B. die Beobachtungen an einer Declinationsnadel und misst zugleich die Dauer der Schwingungen einer horizontalen Nadel, so ist a bekannt, und man kann den Einfluss der Wärme auf den festen Magneten berechnen. Die Methode ist dann nicht nur bequem, sondern in vielen Fällen die einzig anwendbare; wenn man unter anderen die Wärmeuntersuchungen auf Nadeln ausdehnen will, deren Dimensionen es nicht erlauben, sie in einem erwärmten geschlossenen Luftraum schwingen zu lassen. Die Feinheit der Untersuchung hat man dabei bis zu einer, für verschiedene Magnete, verschiedenen Grenze in seiner Gewalt und man kann leicht eine Anordnung treffen, dafs

sie die bei Schwingungen gewöhnliche übertreffe. Im Allgemeinen jedoch, da die Ermittlung des Factors ω nur ein für alle Mal zu geschehen braucht, kann man ihn als bekannt ansehen, und dann hat man durch diese Methode auf die einfachste Weise die Veränderung der tellurischen Intensität α .

2) Ist die Lage des Gleichgewichts im Meridian selbst, dann müßte man sowohl α als ω kennen, um i zu bestimmen. Aber dieser Uebelstand, daß man namentlich α kennen müsse, ist nur theoretisch genommen vorhanden; denn in der That sind die Veränderungen der Intensität der tellurischen Kraft in diesem Falle von so geringer Bedeutung, daß sie gar nicht in Rechnung zu bringen sind. Darf man ein Gleiches auch nicht allgemein von ω behaupten, so versteht es sich doch, daß auch der Einfluß dieses Factors sehr gering ausfallen wird, und daß man ihn in den meisten Fällen wird ganz übersehen können.

Um die Ausführbarkeit des bisher Entwickelten zu zeigen, füge ich, da mir keine Inclinationsnadel zu Gebote steht, noch eine Reihe von Beobachtungen über die Veränderungen der Declination, hier bei. Der zuvorkommenden Güte des Hrn. Prof. Enke verdanke ich die Bousssole, an der sie angestellt wurden, und deren Eintheilung mittelst eines Verniers eine Ablesung bis auf 3' erlaubt. Die Länge der Nadel ist beiläufig 8 Zoll, sie macht eine Schwingung in $6'',2=t$. Ihr wurde der feindschaftliche Pol eines andern Magneten im Meridian entgegengelegt. Die Entfernung beider Centra betrug 15 Z., und die Nadel brauchte jetzt zu einer Oscillation $16''=\theta$.

Zur Berechnung der Unbekannten wurden folgende Beobachtungen gemacht:

Winkel, den der feste Magnet mit dem Me- ridian macht, oder i .	Winkel, den die Nadel mit dem Meridian macht oder $z-i$.
---	---

0°	0°
2	8 48'
3	11 24
4	13 39
5	14 50.

Nimmt man 3 Unbekannte an, so hat man die Gleichung zu bestimmen:

$$\frac{\sin(z-i)}{\sin z} = a - b \sin^2 \frac{1}{2} z + c \sin^4 \frac{1}{2} z,$$

und findet aus den angeführten Beobachtungen:

$$\frac{\sin(z-i)}{\sin z} = 0,853767 - 5,03541 \sin^2 \frac{1}{2} z + 77,7602 \sin^4 \frac{1}{2} z.$$

Für die Berechnung der folgenden Declinationsänderungen kann man das dritte Glied schon nicht mehr gebrauchen, da $\sin^4 \frac{1}{2} z$ eine zu kleine Gröfse ist, als dafs man bei den Werthen von i darauf sollte Rücksicht nehmen. Dafs der gefundene Werth von $\frac{\sin(z-i)}{\sin z}$ vollkommen genau ist, ersieht man, wenn das erste Glied aus der Gleichung berechnet wird $a = 1 - \frac{t^2}{\theta^2}$. Man findet dann $a = 0,849844$, welches mit dem, durch die Elimination ermittelten Werth so genau, als man wünschen kann, übereinstimmt. Da die Vergrößerung der Variationen für kleine Werthe von z durch $\frac{1}{1-a}$ dargestellt wird, so ergibt sich, dafs hier das gefundene a die Vergrößerung 6- bis 7malig seyn wird. Was die Correction wegen der Wärme und der täglichen Veränderung der Intensität betrifft, so ist schon oben bemerkt worden, dafs sie da, wo die Veränderung der Richtung beobachtet werden, zu unbedeutend sind, um sie anzubringen; von der Richtigkeit dieser Bemerkung kann man sich hier practisch leicht überzeugen.

Datum.	Werth von z.	Daraus berechnet i.	Direct beobachtet.
Novemb. 16. 8 ^h	1° 2'	9' 6"	9' 6"
17. 8	55	8 4	8 25
1	26	3 49	3 38
18. 8	1 —	8 48	8 57
1	21	3 5	3 27
22. 8	51	7 29	7 29
1	34	4 59	5 14
23. 8	55	8 4	8 10
1	24	3 31	3 12
24. 8	56	8 13	8 14
1	34	4 59	4 38
25. 8	56	8 13	7 27
26. 8	36	5 17	5 54
1	12	1 46	1 32
27. 8	32	4 42	5 5
1	21	3 5	3 17
28. 8	27	3 58	4 11
1	29	4 15	4 11
29. 8	54	7 55	7 13
1	51	7 29	7 13

Die letzte Columnne enthält die Beobachtungen, die Hr. Prof. Dove an der Gambey'schen Nadel des Hrn. v. Humboldt angestellt hat. Aufser der ersten Beobachtung, am 16., wurden auch die am 22. einander gleich gesetzt, weil zwischen dem 19. und 22. eine Veränderung mit dem Apparat vorgenommen wurde. Die Uebereinstimmung der berechneten Declination mit der direct gefundenen ist überwiegend, und die Differenz zwischen beiden bedarf zu ihrer Erklärung nicht einmal des Umstandes, dafs die correspondirenden Beobachtungen nicht genau zu derselben Zeit angestellt wurden, und dafs hierin wohl im Allgemeinen ein Unterschied von $\frac{1}{4}$ Stunde gegeben werden kann.

VI. Ueber die freiwillige Entzündung gepülverter Kohlen; von Hrn. Aubert, Artillerie-Obersten.

(Ann. de chim. et de phys. T. XLV. p. 73.)

Freiwillige Entzündungen der Kohle sind in den Pulverfabriken unter verschiedenen Umständen eingetreten, am gewöhnlichsten bei den ersten Stößen des Stampfers, unter welchem sie, im zerstückelten Zustande, zermalmt wurde. Indefs haben auch freiwillige Entzündungen schon gepülverter Kohle stattgefunden, im J. 1802 in der Pulverfabrik zu Essonne, im J. 1824 in der zu Le Bouchet, und im J. 1825 in der zu Esquerdes. Da dasselbe Phänomen sich auch im J. 1828 in der Pulverfabrik zu Metz ereignete, und solche Entzündungen die schrecklichsten Unfälle herbeiführen können, so hielt man es für nützlich, alle nöthigen Nachforschungen und Versuche anzustellen, um die Ursachen dieser Erscheinung und die zur Erzeugung derselben geeignetsten Umstände aufzufinden.

Die folgende Notiz, welche nützlich schien, durch das *Mémorial de l'Artillerie* (No. 3. p. 581.) zur Kenntniss der HH. Artillerie-Officiere gebracht zu werden, lehrt die Umstände bei der in Metz eingetretenen Selbstentzündung und die zur Auffindung ihrer Ursachen angestellten Versuche im Detail kennen.

Die Pulverfabrik war beauftragt, für die Bedürfnisse der pyrotechnischen Schule sehr zertheilte Kohle zu bereiten; die Arbeit wurde am 31. März 1828 begonnen. Die Kohle wurde durch Destillation aus recht trockenem Faulbaumholz dargestellt, und die Operation so geleitet, daß 25 Kilogrammen Kohle aus 100 Kilogrammen Holz erhalten wurden. Erst 24 Stunden nach ihrer Berei-

tung wurde die Kohle gewogen, und darauf fünf Stunden lang mit Bronzekugeln, von 7 bis 10 Millimeter im Durchmesser, in ledernen Trommeln von 1 Meter Durchmesser und 1,15 Meter Höhe, die dreißig Umläufe in der Minute machten, zermalmt. Jede Trommel enthielt anfangs nur 10 Kilogrammen Kohle, und das Gewicht der Kugeln betrug 35 Kilogramm.; da aber die Kohle nach der Zerreibung viele Bronzetheilchen enthielt, so nahm man darauf Kugeln von nur 25 Kilogramm. und verkürzte die Dauer der Zerreibung auf drei Stunden. Die in einer Operation gepülverte Kohle wurde während der ganzen Dauer einer neuen Zerreibung in einer Mulde ausgebreitet und darauf in Fässer gebracht. Man glaubte eine Selbstentzündung der Kohle um so weniger befürchten zu dürfen, als seit mehr als sechs Jahren, während der man Kohle, mit Schwefel vermischt, auf diese Weise zerrieben hatte, niemals ein solcher Unglücksfall eingetreten war, und man sich auch überzeugt hatte, daß in den Polirtonnen und Zerreibungstrommeln die Temperatur niemals mehr als 25 bis 30° C. die Temperatur der Werkstatt überstieg.

Dennoch gewahrte man am 3. April Morgens, daß 80 Kilogrammen Kohle, die am Tage vorher gepülvert worden, sich freiwillig entzündet hatten.

Eine neue Operation gab ein ähnliches Resultat. 80 Kilogrammen Kohle, deren Zerreibung das Werk eines Tages gewesen war, wurden in zwei Fätschen gethan, 40 Kilogramm. in jedes. Am andern Morgen zeigte sich Feuer in dem Fätschen, welches die in der ersten Hälfte des Tags zerriebene Kohle enthielt; das andere Fätschen, obgleich neben das erstere gestellt, erwärmte sich zwar allmähig, entzündete sich jedoch nicht. Man fand, daß die Kohle sechs Tausendstel Bronze enthielt. Zu bemerken ist, daß die Kohle durch das angegebene Verfahren in einem ungemein zertheilten Zustande erhalten wird. Sie hat das Ansehen einer öligen Flüssig-

keit, und nimmt einen drei Mal geringeren Raum ein als in Stücken von 15 bis 16 Centimetern Länge.

Bei den Versuchen, welche in Folge dieses Ereignisses unternommen wurden, um die Umstände zu studiren und ihre Ursachen aufzufinden, nahm man sich zunächst vor, den Einfluß der Verkohlungsart auf die Selbstentzündung der Faulbaumholzkohle zu bestimmen. Da nur zwei Zerreibungstrommeln vorhanden waren, so konnte man gleichzeitig nur zweierlei Kohlenarten bearbeiten. Eine dieser Kohlenarten war in verschlossenen Gefäßen stark destillirt worden, und hatte eine schwarze Farbe. 100 Kilogramm. trocknen Holzes hatten nur 25 Kilogr. von derselben geliefert. Die andere war in offenen Gefäßen, in Kesseln von Gußeisen bereitet. Alle übrigen Umstände waren aufs Sorgfältigste bei beiden gleich gelassen. Wie in der vorher genannten Operation, wurde die Zerreibung durch Bronzekugeln bewirkt, die drittheil Mal so viel als die Kohle wogen, und zwar in Trommeln, die dreißig Umläufe in der Minute machten; sie dauerte drei Stunden lang. Erst 48 Stunden nach ihrer Bereitung wurde die Kohle dieser Zerreibung unterworfen. Da man in jeder Trommel nur 13 bis 14 Kilogr. Kohle auf einmal zerreiben konnte, und da wenigstens 40 dazu gehörten, eine freiwillige Entzündung zu bestimmen, so war man genöthigt, für jede Kohlensorte drei Zerreibungen vorzunehmen. So wie die Producte erhalten worden waren, wurden sie einzeln in Fässer von 1,6 Hectoliter Rauminhalt gethan, und, mit einem Tuche bedeckt, neben einander gestellt. Während der Zerreibung stieg in beiden Tonnen die Temperatur gleichmäßig über die der Werkstatt. Diese Temperaturerhöhung betrug 15° C. für die erste Portion Kohle, 20° für die zweite, und 24° für die dritte.

Nachdem in jedes der Fässer 42 Kilogr. Kohle gebracht worden waren, wurden beide mit einem Holzdeckel verschlossen, der zwei Löcher hatte, eins in der

Mitte und eins am Rande, um Thermometer in die Kohle zu stecken und die Temperatur derselben zu beobachten. Von Ende der Verkohlung bis zum Augenblick, wo die Kohle in die Fässer geschüttet wurde, verstrichen etwa 60 Stunden. Die Temperatur der Kohle wurde oft beobachtet; sie stieg, innerhalb 16 bis 18 Stunden, in der Mitte der Fässer auf ihr *Maximum*, und zwar bei der destillirten Kohle um 41° über die Temperatur der Werkstatt, welche 12° betrug, und bei der andern Kohle um 28° . Es trat jedoch keine Entzündung ein, was mir davon herzurühren scheint, dafs die Fässer zu dicht verschlossen waren, die Luft also keinen freien Zutritt hatte.

In der That hatte eine neue Operation, die bis auf den Umstand, dafs die Luft sich leichter in den Fässern erneuen konnte, der ersteren ganz ähnlich war, eine Entzündung der destillirten Kohle zur Folge. Folgendes war der Gang der Erhitzung in einem der Fässer. Die Temperatur in der Werkstatt war 11° C. und der Saussure'sche Hygrometer zeigte 96° .

	Temperatur der stark destil- lirten Kohle.	Temperatur der in offenen Kesseln bereiteten Kohle.
31. März 7 Uhr Ab., 2 Stunden nach der Zerreibung . . .	40°	30°
1. April 6 Uhr Morgens	70	40
Mittags	75	47
$4\frac{1}{2}$ Uhr Nachmitt.	Entzündung	47

Bei der destillirten Kohle steigerte sich die, anfangs sehr langsame Erhitzung gegen Mittag bis zum Augenblick der Entzündung sehr rasch. Gegen vier Uhr gewährte man Rauch, der sich aus der Mitte der Tonne entwickelte, besonders aber aus der Vertiefung, welche das am Mittage herausgezogene Thermometer hinterlassen hatte. Er verstärkte sich bis zum Augenblick der Ent-

zündung, welche in der Vertiefung, 5 Centimeter unter der Oberfläche der Kohle, eintrat. Von dort aus pflanzte sich die Entzündung mit Lebhaftigkeit bis zu 10 Centimetern von den Fafsdauben fort, wo die Temperatur 43° war. Beim Neigen des Fasses fiel eine Kohlenschicht von 15 bis 20 Centimet. Dicke heraus, aus welcher Feuerstrahlen hervorschossen; die übrige Kohle zeigte kein Erglühen mehr. Nach Entfernung dieser Schicht konnte man die Hand in der Kohle halten; allein um sechs Uhr war die Temperatur schon sehr gestiegen, und am andern Morgen um 8 Uhr fand man die Kohle schon entzündet, obgleich die Nacht sehr kalt gewesen war.

Die in offenen Kesseln bereitete Kohle entzündete sich nicht; ihre Temperatur stieg nicht über 47° .

Während der Zermahlung der Kohle erlitt die Luft in den Tonnen keine Veränderung; sie fällte Kalkwasser nicht und enthielt folglich keine Kohlensäure. 100 Th. der Luft, in der man drei Tage lang eine Phosphorstange stehen liefs, gaben im Mittel einen Rückstand von 81,3; ein Resultat, welches wenig von dem abweicht, das man mit der atmosphärischen Luft erhält.

Von jeder der gepülverten Kohlensorte wurde, so wie man sie aus den Tonnen nahm, eine Portion von 25 Grammen in eine mit Luft gefüllte und über Wasser stehende Glocke gebracht. Nach Ablauf dreier Tage hatte die destillirte Kohle das Luftvolumen um 146 Cubikcentimeter vermindert und um $1\frac{1}{2}$ Grammen an Gewicht zugenommen. Die in Kesseln bereitete Kohle hatte 125 Cubikcentimeter Luft absorbirt und 1,3 Grammen an Gewicht gewonnen. Die Temperatur der Luft, am Schlusse des Versuches, war 7° .

Nachdem hiedurch ermittelt worden war, dafs die Verkohlungsart einen grofsen Einflufs auf die Selbstentzündung der Kohle habe, unterwarf man schwarz destillirte und braun destillirte Kohle dem Versuche, und zwar unter denselben Umständen der Bereitung, wie früher.

Die beiden Fässer, in welche die Kohlen geschüttet wurden, blieben indess offen. Die Entzündung trat in beiden fast gleichzeitig ein, etwa 26 Stunden nach der Pülverung; vor der Entzündung hatte das Thermometer 120° C. gezeigt. Das Feuer erschien, wie früher, zuerst in dem von dem Thermometer gemachten Loche.

Ein neuer Versuch mit solchen und vollkommen bereiteten Kohlen hatte keine Entzündung zur Folge. Die Temperatur der Kohle stieg nicht über 50° C.; allein es waren auch 24 Stunden mehr zwischen der Bereitung und der Zerreibung der Kohlen verflossen; auch war ihr Absorptionsvermögen unter luftgefüllten Glocken weit geringer als gewöhnlich.

Auf die Entzündung der Kohlen hat die Menge derselben ebenfalls einen sehr grossen Einfluss. Die in Kesseln bereitete Kohle, welche, bei einer Menge von 42 Kilogrammen, sich nur bis 47° erhitzte, entzündete sich in doppelter Menge 22 Stunden nach der Pülverung. Anderthalb Stunden vor der Entzündung war das Thermometer bis auf 170° gestiegen; in einem Seitenloche, 15 Centimeter über dem Boden des Fasses, hatte die Kohle die Temperatur 37° , fast dieselbe, wie beim Herausnehmen aus der Zerreibungstonne. In einem Loche, das in halber Höhe der Kohlen gebohrt worden, war die Temperatur 55° . Die Gewichtszunahme der 84 Kilogrammen Kohle vom Augenblick der Hineinschüttung in das Fass bis zu der Entzündung betrug nur 280 Grammen; man muss indess bemerken, dass nur eine geringe Menge von Kohle, in der Mitte der oberen Schicht, an der Entzündung Theil genommen hatte. Eine mit Kalkwasser gefüllte Schaaale, welche neben das Fass gestellt worden war, zeigte vor der Entzündung keine Bildung von Kohlensäure an.

Da die Absorption der Luft durch die Kohle die wahre Ursache der Erhitzung und folglich der freiwilligen Entzündung der Kohle zu seyn schien, so wollte

man diese Thatsache aufser Zweifel setzen. Zu dem Ende nahm man zwei Quantitäten stark destillirter Kohle, jede von 45 Kilogrammen; die eine ward in ein Fafs ohne Deckel gebracht, die andere in ein Fafs, verschlossen durch ein doppeltes Tuch, das durch einen mit Gewichten belasteten Holzdeckel niedergedrückt wurde. Die unbedeckte Kohle entzündete sich innerhalb 18 Stunden, während die andere sich nur um 8° über die Temperatur erwärmte, welche sie bei Hineinbringung in das Fafs besafs. 25 Grm. Kohle, die nach beendigter Zerreibung aus den Trommeln genommen worden, absorbirten in neun Tagen 129 Cubikcentimeter Luft, und nahmen 1,5 Grammen an Gewicht zu. Sieben Achtel dieser Gewichtszunahme müssen von Wasser hergeleitet werden, denn die 129 Cubikcentimeter Luft wiegen nur etwa 2 Decigrammen. Die zurückgebliebene Luft in der Glocke, unter welche die Kohle gebracht worden war, hatte keine Veränderung erlitten.

Da man schon bemerkt hatte, dafs die Kohle sich nicht entzündete, wenn man eine zu lange Zeit zwischen der Verkohlung und Zerreibung hatte verstreichen lassen, so bereitete man 91 Kilogrammen stark destillirter Kohle, liefs dieselbe fünf bis sechs Tage in Fässern liegen, ehe man sie pülverte, und theilte sie, unmittelbar vor der Zerreibung, in drei Theile von 45, 31 und 15 Kilogrammen, die man nun in Fässer von pafslicher Gröfse brachte. Keine dieser Kohlenportionen entzündete sich. In der gröfseren Masse stieg die Temperatur nur auf 55° , in den beiden andern auf etwa 40° (die ursprüngliche Temperatur der Kohle war 33°). Eine Masse von 30 Kilogrammen destillirter Kohle, welche 24 Stunden nach ihrer Verkohlung zerrieben worden war, entzündete sich nach Verlauf von 12 Stunden in einem grofsen Fasse, in das man die Masse, wegen ihrer Geringfügigkeit, ohne Furcht vor Entzündung, hineingeschüttet hatte.

Nach diesen Resultaten schien es interessant, noch

besser zu erweisen, daß die Kohlen, je frischer sie seyen, sich desto rascher entzünden, und auch zu sehen, eine wie kleine Menge noch eine Entzündung hervorrufen könne.

90 Kilogrammen Kohle, die 24 bis 30 Stunden nach der Destillation zerrieben worden waren, wurden in drei Theile von 45, 30 und 15 Kilogrammen getheilt. In der ersten Portion zeigte sich die Entzündung neun Stunden und in der zweiten elftehalb Stunden nach der Zerreibung; die dritte dagegen entzündete sich nicht, ihre Temperatur stieg nur auf 52°. Es bedarf also wenigstens einer Masse von 15 Kilogrammen Kohle, wenn eine freiwillige Entzündung eintreten soll.

Bei einem andern Versuche, bei welchem 60 Kilogrammen destillirter Kohle 15 Stunden nach der Destillation in eine Tonne gebracht wurden, geschah die Entzündung nach Verlauf von 10 Stunden. In der Tiefe von 15 bis 16 Centimetern unterhalb der Oberfläche der Kohle war die Temperatur am höchsten.

Die ungepülverte Kohle besitzt noch lange nach ihrer Bereitung ein Absorptionsvermögen. Ein Kilogramm destillirter Kohle, welche 24 Stunden nach ihrer Bereitung in ein Gefäß gebracht wurde, nahm innerhalb 8 Tagen um 67 Grammen zu. Die in offenen Kesseln bereitete Kohle nahm nur um 45 Grm. zu. Beide Kohlensorten, von 11 bis 4 Uhr gegen Wind geschützt, in Sonnenschein gelegt, nahmen an Gewicht ab, die erste um 33 Grm., die andere um 25 Grm. Fünf bis sechs Tage nach der Verkohlung zerrieben, entzündeten sie sich nicht, obgleich ihre Menge beträchtlich war. Zu bemerken ist, daß, obgleich das Absorptionsvermögen dieser Kohlen vor der Pülverung befriedigt worden war, sie dennoch, nach dieser Operation, mehr als ihr Volumen an atmosphärischer Luft absorbirten.

Durch Vermischung mit Schwefel verliert die Kohle beträchtlich an absorbirender Kraft. Destillirte Kohle, die

zehn Stunden nach ihrer Bereitung in dem Verhältniß von 12,5 Kilogrm. zu 10 Kilogrm. mit Schwefel zu Pulver zerrieben wurde, zeigte keine Entzündung, obgleich sie eine Masse von 66 Kilogrm. ausmachte. Die Temperatur des Gemenges stieg nicht weiter als 34° über die der Werkstatt, und die Gewichtszunahme betrug nur 200 Grammen. Das Gemenge ist nicht so flüssig wie die reine Kohle, und, bei gleichem Gewichte, nimmt sie ein größeres Volumen ein.

Der Salpeter besitzt, in Bezug auf die Kohle, gleiche Eigenschaft wie der Schwefel. Eine mit 78 Kilogrm. Salpeter und 25 Kilogrm. frisch destillirter Kohle gefüllte Tonne entzündete sich nicht nur nicht freiwillig, sondern erhitzte sich auch nur um 23° über die Temperatur der Werkstatt. Zerreibt man also in den Pulverfabriken die Kohle mit dem Schwefel oder gar mit dem Salpeter, so hat man keine freiwillige Entzündung zu befürchten.

Bei allen hier beschriebenen Versuchen hat man den Stand des Baro-, Hygro- und Thermometers genau aufgezeichnet; allein man glaubte sich in diesem Auszuge der Anführung desselben überheben zu dürfen, da die meteorologischen Veränderungen keinen merklichen Einfluß auf die freiwillige Entzündung der Kohle auszuüben scheinen.

Rückblick.

Kohle, welche in Trommeln mittelst Bronzekugeln zerrieben wird, gelangt in einen Zustand ungemeiner Zertheilung; sie hat alsdann das Ansehen einer dickflüssigen Flüssigkeit, und nimmt einen drei Mal kleineren Raum ein als in Stangen von 15 bis 16 Centimeter Länge.

In diesem Zustande von Zertheilung absorbiert sie die Luft viel schneller als in Stücken. Die Absorption ist jedoch noch ziemlich langsam und erfordert zu ihrer Beendigung mehrere Tage. Sie wird von einer Wärmeentwicklung begleitet, welche bis auf 170 bis 180° C. steigt,

und welche man als wahre Ursache der Selbstentzündung der Kohle zu betrachten hat.

Die Entzündung beginnt in der Mitte der Masse, 12 bis 15 Centimeter unter der Oberfläche. Die Temperatur ist folglich hier beständig höher als sonst irgendwo.

Es muß sich folglich nach dem Rande der Masse hin ein niedersteigender Luftstrom bilden, welcher sich nach der Mitte hin beugt, und hier gerade in die Höhe geht, ohne in die inneren Theile der Masse einzudringen, wo die Temperatur sehr wenig steigt. Diefs ist der Grund, weshalb nur eine Portion der Masse Theil an der Entzündung nimmt; das Uebrige dient als isolirender Körper und erhält die Wärme in der Mitte.

Die Variationen des Baro-, Thermo- und Hygrometers scheinen keinen merklichen Einfluß auf die Selbstentzündung der Kohle zu haben; sollte dieser Einfluß vorhanden seyn, so sind die hier beschriebenen Versuche nicht genug vervielfältigt worden, um ihn wahrnehmbar zu machen.

Schwarze, stark destillirte Kohle erhitzt und entzündet sich leichter als rothe oder schwach destillirte Kohle, oder solche, die in offenen Kesseln verkohlt worden ist.

Schwarz destillirte Kohle, die entzündlichste der drei Sorten, muß wenigstens in eine Masse von 30 Kilogr. vorhanden seyn, wenn eine freiwillige Entzündung eintreten soll. Bei den weniger entzündlichen Kohlen geschieht die Entzündung nur bei beträchtlicheren Massen.

Im Allgemeinen geschieht die Entzündung desto sicherer und schneller, je weniger Zeit zwischen der Verkohlung und Zerreibung verfließt.

Die Luft ist nicht nur unumgänglich zur freiwilligen Entzündung der Kohle, sondern sie muß auch einen freien Zutritt zu deren Oberfläche haben.

Die Gewichtszunahme, welche die Kohle bis zum Moment ihrer Entzündung erleidet, rührt nicht alleinig von Fixirung der Luft her, sondern auch zum Theil von Wasserabsorption.

Während des Zerreibens erleidet die Luft keine Veränderung von Seiten der Kohle, eben so wenig wie bis zum Moment der Entzündung.

Vermischung mit Schwefel und Salpeter rauben der Kohle die Fähigkeit sich freiwillig zu entzünden; indess findet noch eine Luftabsorption und Erhitzung statt, und, obgleich die Temperaturerhöhung nicht sehr groß ist, so gebietet doch die Vorsicht, diese Gemenge nach der Zerreibung nicht in zu großen Massen stehen zu lassen.

VII. *Ueber die Bereitung des Schwefeläthers; von C. Wittstock.*

Die Methode, den Aether unter fortdauerndem Zuflusse neuer Mengen Alkohols zur siedenden Aethermischung zu bereiten, scheint noch lange nicht so bekannt zu seyn, als es zu wünschen wäre. Die Einfachheit derselben, die Sicherheit mit der hier gearbeitet wird, und der damit zu erzielende größere Gewinn an Aether, alles dies macht es wünschenswerth, diese Methode so ausgebreitet als möglich zu wissen.

Fourcroy und Vauquelin haben bemerkt, daß die Schwefelsäure bei der Aetherbereitung wenig verändert wird, und daraus geschlossen, daß sich Aether auf's Neue erzeuge, wenn man der Säure von Zeit zu Zeit frischen Alkohol zuführe. Gay-Lussac führte diesen Versuch aus, und fand die Vermuthung bestätigt. Bald darauf setzte Boullay einen Apparat zusammen, in welchem der kochenden Aethermischung fortwährend in einen feinen Strahl so viel Alkohol zugeführt wurde als Aether abdestillirte; dadurch wurde es nun möglich, die Schwefelsäure, welche den Alkohol durch Wegnahme von einem Atome Wasser in Aether verwandelt, möglichst lange zu benutzen. Geiger vereinfachte diesen Apparat, und

machte dadurch die neue Methode den Apothekern zugänglich. Soltmann, der seit dem Jahre 1817 anfang den Aether fabrikmässig zu bereiten, benutzte ebenfalls den Boullay'schen Apparat, verbesserte ihn aber dadurch wesentlich, dafs er damit einen kupfernen, dem Gedda'schen ähnlichen Refrigerator verband, wodurch sich diese Vorrichtung bald über Berlin und andere Städte Preussens verbreitete. Diese Methode ist es nun, die seit langer Zeit in der hiesigen Hofapotheke angewandt wird, und die ich hier ihrer grofsen Einfachheit und Nützlichkeit wegen beschreiben werde.

Eine Mischung aus 9 Theilen (25 Pfund) Schwefelsäure (1,840—1,850) und 5 Th. (14 Pfund) Alkohol von 0,835 specif. Dichtigkeit wird in eine grüne tubulirte Retorte gebracht, deren gröfster Durchmesser einen Fufs beträgt. Durch die Tubulatur, welche blofs aus einem eing Bohrten Loche besteht, bringt man mittelst eines durchbohrten Korkes eine rechtwinklich gebogene Glasröhre, welche etwa 3 bis 4 Linien Durchmesser hat, und führt den kürzeren Schenkel, der an seinem Ende bis auf 1 Linie konisch zuläuft, einen Zoll tief in die Aethermischung hinein. Der längere Schenkel, welcher 2 bis 3 Fufs lang seyn mufs, wird mit einer 4 Zoll langen Messingröhre verbunden, welche mit einem Hahn geschlossen werden kann. Ein durchbohrter Kork verbindet diefs Rohrstück mit einer Flasche, welche als Behälter für den nachfliefsenden Alkohol gebraucht werden soll. Es ist gut, die Zuleitungsröhre in der Nähe des Knie's zu durchschneiden, und alle Verbindungen durch Kautschukröhren zu vermitteln, damit sie beweglicher und weniger zerbrechlich werde.

Als Vorlage wird ein dem Gedda'schen ähnlicher Refrigerator von Kupfer angebracht, der sich in einem hölzernen Gefäfs befindet, welches das Wasser zum Abkühlen aufnehmen soll. Der kupferne Refrigerator besteht aus zwei Cylindern, die 9 Zoll Höhe haben; der

äußere mißt 13 Zoll im Durchmesser, der innere 9 Zoll, so daß beide Cylinder 2 Zoll von einander entfernt stehen. Oben und unten sind sie durch ringförmige Deckel mittelst Löthung verbunden. Am äußeren Cylinder befinden sich zwei Röhren, deren obere zur Aufnahme des Retortenbalses, und die untere zum Abfluß des Destillats dient. Lutirt wird nur da, wo sich die Retorte in den Refrigerator einmündet. Zur besseren Verständigung ist auf Taf. III. Fig. 10. der ganze Apparat nach einem angegebenen Maasstabe gezeichnet, und zwar ganz genau so, wie ich ihn zur Aetherbereitung benutzt habe.

Nachdem die Retorte in das Sandbad gelegt und der Apparat auf die angegebene Weise zusammengestellt worden, wird die Aethermischung in's Kochen gebracht. Nun wird der Hahn vom Alkoholbehälter geöffnet, damit eben so viel Alkohol nachfließe, als roher Aether abdestillirt. Damit das Volumen der Flüssigkeit in der Retorte nicht verändert werde, bemerkt man den Stand derselben durch einen Streifen angeklebten Papiers. Der Zufluß des Alkohols zur siedenden Aethermischung wird so lange fortgesetzt, bis 110 Pfund verbraucht worden, oder überhaupt so viel, als das Fünffache der angewandten Menge Schwefelsäure beträgt. Mehr Alkohol nachfließen zu lassen, ist nicht rathsam; die Mischung wird dann zu sehr verdünnt, um mit Vortheil auf Aethergewinnung benutzt werden zu können. Um zuletzt das Uebersteigen zu verhüten, ist es gut, etwas Wasser nachfließen zu lassen. Bei den angegebenen Mengen von Schwefelsäure und Alkohol ist diese Arbeit in 16 bis 20 Stunden beendigt, und die Regelung des Feuers ist dabei so bequem, daß es scheint, als könne nie zuviel Feuer gegeben werden, vorausgesetzt, daß vorsichtig zu Anfange der Arbeit ge feuert worden war.

Zu Anfange der Destillation bemerkt man, daß der Aether in zwei Schichten getrennt übergeht, späterhin, wenn die Säure schon verdünnter wird, und mehr unzer-

setzter Alkohol übergeht, hört diese Erscheinung auf; es destillirt nun ein Gemenge von Aether, Alkohol und Wasser, begleitet von Spuren schweflichter Säure und Weinöl. Dafs das Destillat gleich zu Anfange schweflige Säure und Weinöl enthält, wird von einigen Schriftstellern geläugnet; allein es ist dennoch Thatsache. Schon die geringe Färbung einer kalten Mischung aus dem angegebenen Verhältnifs der Säure und Alkohol sagt uns deutlich, welche Veränderungen der letztere bereits erlitten hat.

Der rohe Aether, gewöhnlich ein Gemenge aus Aether, Alkohol, Wasser, Essigsäure, schwefliger Säure und Weinöl, wird nun mit einem gleichen Volum Wasser und etwas Kalkmilch gut durch einander geschüttelt, und, ohne ihn abzuscheiden, aus grofsen kupfernen Destillirblasen rectificirt. So lange der Aether mit einem spec. Gew. $= 0,720$ bis $0,725$ bei 14° R. übergeht, ist man fast ganz gegen eine Verunreinigung von Weinöl gesichert. Gewöhnlich erhält man durch Rectification ein Drittel des rohen an gutem Aether $= 0,725$; dann folgt ein dem rohen gleicher Aether, hierauf mit Weinöl stark verunreinigter Alkohol, und zuletzt geht Wasser über, gemengt mit Weinöl, das theils obenauf schwimmt, theils zu Boden sinkt. Der gewonnene schlechte Aether wird eben so behandelt, als der ganz rohe, d. h. er wird mit Wasser gemischt und noch einmal rectificirt.

Bei der Rectification werden fast immer 20 bis 25 Procent von der ganzen Menge des angewandten Alkohols zurückgewonnen, der zur Aetherbereitung wieder verwendet wird. Zum Nachfliessen ist er besonders geschickt; niemals mufs man ihn aber zum Aethergemisch selbst nehmen, da er im letzteren Falle sehr bald und häufig Kohle absetzt, in Folge der Einwirkung der Schwefelsäure auf das Weinöl, welches dieser Alkohol in grofser Menge enthält.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, dafs der reine Aether, welcher durch kein Reagenz Schwefelsäure anzeigt,

zeigt, dennoch diese enthält, sobald man kleine Mengen in große Flaschen füllt, und diese nur so verstöpselt, daß atmosphärische Luft einen Zutritt behält. Nur durch sehr langsames Oxydiren des Aethers in atmosphärischer Luft gelingt der Versuch, und jede Uebereilung ist hier hinderlich. Oft habe ich gesehen, daß mit reinem Aether erhaltene Pflanzenauszüge, in silbernen Schaaalen der Selbstverdunstung überlassen, Schwefelsilber absetzten, und nebenbei bildete sich Essigsäure und Essigäther. Es ist wohl denkbar, daß die Bildung des Schwefelsilbers mit jenem Gehalt des Aethers an irgend einer der bekannten Schwefelsäuren in Uebereinstimmung zu bringen wäre, und es ist zu wünschen, daß diese Erscheinung bald von den Chemikern aufgeklärt werden möge.

Da mir die Kostenberechnung der Aetherbereitung mit dem beschriebenen Apparate von mehreren Jahren vorliegt, so theile ich den Durchschnittspreis hier mit. Angewendet wurden 124 Pfund Alkohol von 0,835 spec. Gewicht; davon wurden 22 Pfund wiedergewonnen, mithin kommen 102 Pfund oder 50 preussische Quart in Rechnung. Die Ausbeute an reinem Aether von 0,720 bis 0,725 spec. Gewichte bei 14° R. betrug 59 Pfund.

102 Pfd. oder 50 Quart Alkohol			
à 7 Silbergroschen . . .	11 Rthlr.	20 Sgr.	
25 Pfund Schwefelsäure, à 1 Sil-			
bergroschen 9 Pfennige .	1 -	13 -	9 Pf.
3 Tonnen Kohlen, à 12 Sgr.	1 -	6 -	
<hr/>			
Summa	14 Rthlr.	9 Sgr.	9 Pf.

Wenn man in diese Summe mit 59 oder der Ausbeute an Aether dividirt, so kostet das Pfund Aether *sieben* Silbergroschen *neun* Pfennige. Im Allgemeinen kann man rechnen, daß eine gegebene Menge Aether doppelt so viel kostet, als der Preis eines gleichen Gewichts Alkohols beträgt, selbst wenn noch für Zinsen vom Auslage-Capital und für die Benutzung der Geräth-

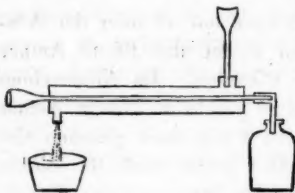
schaften einige Procente gerechnet würden. Noch günstiger stellt sich die Rechnung bei einem fabrikmässigen Betriebe, indem hier oft 62,5 Th. Aether von 100 Th. Alkohol gewonnen werden. Als grösste Ausbeute habe ich nur 58 Procent erhalten; allein ich muß bemerken, daß ich die oben beschriebene Menge Aether nur einmal im Jahre bereite.

Bei uns wird der ganz schlechte, oft übelriechende Alkohol aus Kartoffeln zur Aetherbereitung angewendet, und man hat bemerkt, daß kein schlechteres Resultat erhalten wird, als bei Anwendung von ganz reinem Alkohol.

Für Diejenigen, welche diese Methode im kleineren Maassstabe anwenden möchten, schlage ich folgenden Abkühler vor, der von jedem Kupferschmidt angefertigt werden kann.

Ein kupfernes Rohr von $\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser und 2 Fufs Länge, welches sich in einem Vorstofs endigt, womit es auf den Retortenhals aufgeschoben werden kann. Das kupferne Rohr wird den grössten Theil seiner Länge nach in eine Hülle von verzinnem Eisenblech eingeschlossen, so daß der Abstand zwischen beiden Röhren $\frac{3}{4}$ Zoll beträgt. Man kann beide Röhren entweder zusammenlöthen oder durch Kautschukstücke mit einander verbinden. Das untere Ende der Blechröhre hat nach aufwärts eine Dille, in welche ein blecherner oder gläserner Trichter mittelst eines durchbohrten Korkes eingesteckt ist. Er ist bestimmt, das Abkühlungswasser in die Blechröhre zu führen, wodurch die kupferne Röhre stets kalt gehalten wird.

Damit das heisse Wasser abfließen könne, wird unterhalb am äussersten Ende der Blechröhre, dem Retortenhalse zunächst, ebenfalls eine Dille angebracht, aus der sich das heisse Wasser in ein untergesetztes



Gefäß ergießt. Dieser Abkühler wird mit einer Neigung von 4 Zoll auf den Retortenhals aufgeschoben, und eben so hoch muß der Trichter über die Röhre hervorragen, damit die Kupferröhre in ihrer ganzen Länge stets mit kaltem Wasser umgeben ist. Irgend ein schickliches Gestell hält den Abkühler fest.

Man sieht wohl ein, daß dieser kleine Abkühler, durch Vermehrung der Abkühlungsröhren, auch für Aetherbereitung im Großen zweckmäßig eingerichtet werden kann.

VIII. Ueber die krystallinische Verbindung, welche sich bei Bereitung der Schwefelsäure erzeugt; von Hrn. Gaultier de Claubry.

(Mitgetheilt vom Verfasser.)

Die HH. Clément und Desormes haben zuerst eine Theorie der Schwefelsäurebildung gegeben, indess ohne einen Versuch, die Natur der Krystalle, welche sie aus schwefligsaurem Gase, Stickstoffoxydgas, Sauerstoffgas und Wasser erhalten hatten, direct zu bestimmen; sie betrachteten dieselben als bestehend aus Schwefelsäure, Stickstoffoxyd und Wasser.

Hr. Gay-Lussac beobachtete, daß die Schwefelsäure bei Vermischung mit der sogenannten *acide nitreux* ähnliche Krystalle wie die obigen gab, und daß beide Arten im Vacuo auf Zusatz von Wasser rothe Dämpfe entwickelten; er schloß daraus, daß es die *acide pernitreux* (die Säure der salpetrigsauren Salze) sey, welche mit der Schwefelsäure und dem Wasser die krystallinische Verbindung bilde.

Hr. Henry hat eine starre Masse, die sich in dem

Ausführrohr einer Bleikammer gebildet hatte, analysirt *), und gefunden, daß sie die von Hrn. Gay-Lussac angezeigte Zusammensetzung besitze **).

Indefs waren die Chemiker nicht einig über diesen Gegenstand; und Hr. Thénard z. B. nahm an, daß sich Schwefelsäure durch den Sauerstoff der Luft erzeugen müßte. Hr. Despretz meinte, die Krystalle enthielten Stickstoffoxyd, und Hr. Berzelius nahm die vom Dr. Henry angegebene Zusammensetzung an.

Um jedem Irrthum vorzubeugen, belegt Hr. Gaultier de Claubry die Säure der salpetrigsauren Salze, die man bisher noch nicht hat isoliren können, mit dem Namen: *salpetrige Säure*, und die von Hrn. Dulong untersuchte röthliche Säure, welche mit Basen keine eigenthümliche Salze, sondern Gemenge von salpetersauren und salpetrigsauren Salzen giebt, mit dem Namen: *Unter-Salpetersäure*, welche Benennungsweise Hr. Berzelius und Hr. Dumas schon früher angenommen haben ***).

*) Ein Auszug aus des Dr. Henry's Arbeit findet sich in dies. Ann. Bd. 83. S. 135. P.

**) Hr. Bussy hat dies neuerlich in einer Notiz über diesen Gegenstand bestätigt. [Einen Auszug aus diesem Aufsatz findet man in diesem Bande, S. 174. Beiläufig bemerkt, muß man daselbst S. 176. Zeile 6 von oben *Unter-Salpetersäure* statt *Unter-Schwefelsäure* lesen; auch ist noch hinzuzufügen, daß Hr. Bussy das übergroße specifische Gewicht gewisser Vitriolölarthen, die dennoch den Indig nicht aufzulösen vermögen, von der Verbindung der Schwefelsäure mit Unter-Salpetersäure ableitet. P.]

***) Der Hr. Verfasser erlaube mir die Bemerkung, daß dieser Satz nicht ganz richtig ist. Zwar hat Hr. Berzelius die Säure der salpetrigsauren Salze immer salpetrige Säure genannt; allein die hier mit dem Namen Unter-Salpetersäure belegte Säure wird von demselben nicht als eine eigenthümliche, sondern nur als eine Verbindung von Stickstoffoxydgas und Salpetersäure, als $N + N$, angesehen. Eben so hat Hr. Berzelius zwar durch eigene Versuche erwiesen, daß die krystallinische Substanz aus Schwefelsäure, salpetriger Säure und Wasser besteht; allein, was das Verhältniß dieser Bestandtheile betrifft, so ist derselbe kei-

Um die krystallinische Substanz darzustellen, läßt Hr. Gaultier einen Strom feuchten, schwefligsauren Gases in Unter-Salpetersäure streichen, wodurch man sie bald in beträchtlicher Menge erhält.

Die Krystalle bilden sich sehr leicht in einer Atmosphäre von Kohlensäure, und wenn man sie mit Unter-salpetersäure wäscht und einen Strom recht trockner Luft hineinleitet, entwickelt sich Stickgas; durch Erhitzung in einem Gefäße bis zu 28 oder 30° erhält man sie sehr rein.

Um das Stickgas rein, ohne Beimengung von Stickstoffoxyd, zu erhalten, muß man aus den Gefäßen die Luft durch Kohlensäuregas austreiben, die Unter-Salpetersäure in Glaskügelchen einschließen, diese mittelst einer Glasröhre zerbrechen, und die gasigen Producte durch ein U-förmiges, bis 20° (-20° C. ? P.) erkaltetes Rohr leiten, und dann durch bis etwa 200° C. erhitzten Baryt, welcher die Unter-Salpetersäure absorbiert, die entweicht und sonst auf das Quecksilber einwirken würde *).

Leitet man einen Strom von Stickstoffoxydgas in die Gefäße, so bilden sich die Krystalle schneller, und es entwickelt sich weniger Stickgas.

Behandelt man Schwefelsäure mit Unter-Salpetersäure, so erhält man eine krystallinische Masse, und es entwickelt sich kaum Stickgas. Indefs findet man, daß die über den Krystallen schwimmende Flüssigkeit viel Salpetersäure enthält; während die Unter-Salpetersäure, welche zum Waschen der Krystalle des vorübergehenden Versuchs diente, sehr wenig von derselben enthält.

Die Entwicklung von Stickgas rührt also nicht von Salpetersäure-Bildung her.

neswegs der Meinung, daß es durch die Analyse des Dr. Henry richtig bestimmt worden sey, wie man aus dessen Jahresbericht, No. 7. S. 116., erschen kann. P.

*) Ich kann nicht verhehlen, daß mir dieser und der vorhergehende Satz einige Unverständlichkeiten einzuschließen scheinen. P.

Die Krystalle schmelzen bei 100° , und werden bei der Siedhitze des Quecksilbers nicht ganz zersetzt; behandelt man dann die rückständige Flüssigkeit mit Wasser, so entwickeln sich noch salpetrigsaure Dämpfe.

Von Schwefelsäure werden diese Krystalle leicht und ohne Zersetzung gelöst, und eben deshalb kann man nicht, wie Hr. Bussy gewollt hat, durch Synthese die Zusammensetzung genau bestimmen.

Die Analyse der Krystalle bietet Schwierigkeiten dar. Um die Menge der salpetrigen Säure zu bestimmen, darf man sich nicht begnügen, wie der Dr. Henry gethan, sie mit Wasser zu behandeln; denn die Menge der gebildeten Salpetersäure ist (*même sous l'influence des vases*) nicht immer dieselbe bei mehreren Versuchen.

Zu einem ziemlich guten Resultat gelangt man, wenn man die Krystalle in Berührung mit Quecksilber, in der Siedhitze dieses Metalls, behandelt; man erhält dann schwefelsaures Quecksilber, Stickgas und Stickstoffoxydgas; allein zuweilen fallen die Mengen bei mehreren Operationen sehr verschieden aus.

Bringt man die Krystalle auf den Boden einer Röhre, bedeckt sie mit Bleihyperoxyd und schüttet Wasser darauf, so erhält man salpetersaures Bleioxyd, dessen Menge zur Bestimmung der salpetrigen Säure dienen kann. Da sich aber oft basische Salze bilden, so ist dieß Verfahren nicht sehr bequem; wendet man aber Bariumhyperoxyd an, so läßt sich die salpetrige Säure mit der größten Leichtigkeit, durch das Aequivalent von schwefelsaurem Baryt bestimmen *).

Der Gebrauch des Bariumhyperoxyds kann in vielen Fällen von Nutzen werden.

Um die Menge des Wassers zu erhalten, mischt man die Krystalle mit Magnesia, erhitzt das Gemenge bis zum Rothglühen, leitet die Producte über glühendes Kupfer und fängt das Wasser in Chlorcalcium auf. Da

*) Der entstandene salpetersaure Baryt wurde nämlich in schwefelsauren verwandelt.

sich aber das Wasser schwierig austreiben läßt, weil kaum ein Gas entwickelt wird, so muß man einen Strom von Sauerstoffgas, aus chloresurem Kali entwickelt, über das Gemenge leiten, wodurch alles Wasser fortgerissen wird.

Man kann sich auch des Bleihydroxyds bedienen, welches, durch das aus ihm entweichende Sauerstoffgas, das bei Bildung des schwefelsauren Bleis entwickelt wurde, Wasser austreibt.

Beim Glühen der Krystalle mit Magnesia oder Baryt findet zuweilen eine lebhaftere Feuererscheinung statt.

Die Bestimmung der Schwefelsäure ist sehr leicht.

Der Dr. Henry hatte für die Zusammensetzung der Krystalle angegeben:

Schwefelsäure	70,67	oder 5	Atome
Salpetrige Säure (<i>ac. nitrique</i>)	13,42	- 1	-
Wasser	15,91	- 5	-

Hienach ist nicht erklärlich, weshalb die Schwefelsäure sich nicht durch einen Ueberschuß von Unter-Salpetersäure gänzlich in Krystalle verwandelt.

Hr. Gaultier de Claubry fand diese Krystalle bestehend aus:

Schwefelsäure	65,59
Salpetriger Säure	23,83
Wasser	10,45.

Die Rechnung giebt:

Schwefelsäure	64,08	oder 5	Atome
Salpetrige Säure (<i>ac. nitrique</i>)	24,42	- 2	-
Wasser	11,50	- 4	-

Die Krystalle können demnach als eine wasserhaltige schwefelsaure salpetrige Säure angesehen werden.

Will man sich eine große Quantität der Krystalle verschaffen, ohne sie ganz rein zu verlangen, so stelle man eine Flasche mit Unter-Salpetersäure in eine Kältemischung von -20° C., und leite schwefligsaures Gas hinein. Es bilden sich Krystalle, deren Menge man ge-

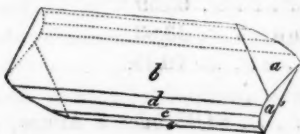
wissermafsen beliebig vermehren kann, wenn man Wassertropfen durch ein ausgezogenes Rohr hineinfallen läfst. Es entsteht gewissermafsen ein Vacuum und es bildet sich eine grofse Menge der Krystalle.

Die Theorie der Schwefelsäurebildung war demnach nicht vollkommen bekannt, und die Versuche des Hrn. Gaultier beweisen, dafs bei der gegenseitigen Reaction von schwefliger Säure, Unter-Salpetersäure und Wasser, sich eine Portion der Unter-Salpetersäure mit Entwicklung von Stickgas zersetzt, und dafs die erzeugte Schwefelsäure sich mit der salpetrigen Säure und dem Wasser zur Bildung der Krystalle verbindet.

IX. Ueber den Johannit, eine neue Species des Mineralreichs; von Wilhelm Haidinger.

(Ursprünglich für die Abhandlungen der K. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften bestimmt.)

Die Formen des Johannits gehören in das hemiprismatische System. Ich habe nur zwei Varietäten wahrnehmen können; eine sieht man in beistehender Figur



man in beistehender Figur abgebildet, die andere ist dieser ähnlich, bis auf die Flächen *d* und *e*, welche

an derselben fehlen.

Obwohl die Krystalle ziemlich gut ausgebildet sind und scharfe Kanten haben, so sind sie doch so ungemein klein und mit einander in traubenförmigen Drusen verwachsen, dafs es bedeutende Mühe macht, die wahre Form herauszubringen, und noch mehr die Winkel zu messen.

Die letzteren konnte ich nur annähernd bestimmen wie folgt:

a gegen a' anliegend	=111°
a gegen b	=118
a gegen c' oder a' gegen c	= 87 28'
b gegen c	=128 32'
b gegen d	=134 5
b gegen e (über c)	=101 15

Es ist mir nicht gelungen, ohne ziemlich gewaltsame Hypothesen, Abmessungen einer die Grundgestalt repräsentirenden Pyramide aus den angegebenen Winkeln zu berechnen. Ich habe daher vorgezogen, die Winkelmaafse, wie ich sie durch die Anwendung des Reflexions-Goniometers erhielt, anzugeben, in der Erwartung, daß sich künftig gröfsere und zusammengesetztere Krystalle der Substanz finden werden, aus denen man die näheren Verhältnisse der Krystallreihe leichter und genauer wird bestimmen können.

Der Kleinheit der Krystalle wegen ist auch die Theilbarkeit sehr schwer zu beobachten. Doch bemerkte ich Spuren nach den Flächen a , auch nach einer Fläche, welche die scharfen Kanten zwischen b und c hinwegnimmt; übrigens findet unvollkommen muschlicher Bruch statt. Die Flächen sind glatt, die b , d , c , e wenig, parallel ihren gemeinschaftlichen Combinationskanten, gestreift.

Der Johannit besitzt Glasglanz; seine Farbe ist ein ungemein schönes hohes Grasgrün, das im Striche blafs zeisiggrün wird. Die Krystalle sind halb durchsichtig. Er ist milde. Die Härte = 2,0...2,5, etwas gröfser, als die des hexaëdrischen Steinsalzes. Das eigenthümliche Gewicht fand ich bei

$$12^{\circ} \text{ R.} = 3,191.$$

Er ist etwas im Wasser auflöslich, und erweckt auf der Zunge einen schwachen, mehr bitteren als zusammenziehenden Geschmack.

Der Johannit gehört in die erste Klasse des Mohs-

schen Mineralsystems, und zwar in die Ordnung der Salze.

Da es einst nothwendig werden wird, den ganzen Inhalt derselben zu ordnen und unter Geschlechter zu bringen, wobei die Species ohnedieß mit systematischen Benennungen versehen werden müssen, so will ich jetzt nicht durch eine voreilige Bestimmungen diese Namen unnöthig vervielfältigen. In das Geschlecht der Vitriolsalze gehört er nicht; die von John *) vorgeschlagene Benennung, Uranvitriol, erinnert an alchemistische Vorstellungen (? P.), die lange und mit Recht vergessen sind.

Ich fühle ein seltenes Vergnügen, indem ich den Namen *Johannit* für die Species vorschlage; denn noch hat kein Mineraloge, um einen wissenschaftlichen Mäcen seines Faches zu ehren, Gelegenheit gehabt, den Namen des Bruders seines Herrschers einer neuen Species beizulegen.

Dieses Glück wurde mir durch die besondere Gnade Sr. kaiserlichen Hoheit des durchlauchtigsten Erzherzogs Johann zu Theil.

Es war mir vergönnt, die Erinnerung an Seinen Namen, auf dem man mit Vergnügen in der Geschichte der neueren Zeit verweilt, auch den spätesten Verehrern einer Seiner Lieblingswissenschaften aufzubewahren, so viel an mir liegt, und so lange ich hoffen darf, daß das Fortschreiten der Wissenschaft, als durch die Arbeiten der gegenwärtigen Periode begründet, anerkannt werden wird; und welcher Mineraloge wünscht und erwartet nicht, daß man sich bei den wissenschaftlichen Resultaten seiner Forschungen auch seiner übrigen Verhältnisse im Leben erinnern möge?

Ich sah die Stücke, welche mir zur Untersuchung dienten, zuerst in der an ausgezeichneten böhmischen Mineralien reichen Sammlung des Hrn. Bergamts-Actuars Peschka in Joachimsthal, als ich diese berühmte Berg-

*) Chemische Schriften, Bd. VI. S. 245.

stadt im Frühjahre 1826 mit Hrn. Robert Allan besuchte. Als durch die Liberalität des Grafen Kaspar von Sternberg auch diese Sammlung zum Nutzen des Allgemeinen dem böhmischen Museum einverleibt wurde, erbot sich mir im Frühjahre 1829 die angenehme Gelegenheit, diese Species näher zu untersuchen. Lange schon hatte ich auch gewünscht, einer vaterländischen Species den Namen Johannit beizulegen, und mir hierzu von Seiner kaiserlichen Hoheit die Erlaubniß erbeten; vorzüglich aber dieser, deren schönes Grün mich lebhaft an die Alpen erinnerte, in denen der hohe Mann durch eigene Wahl heimisch ist, dessen Namen sie tragen sollte.

Hr. Prof. Zippe, dem ich schon so vieles verdanke, was mir zur nähern Bestimmung mehrerer interessanten Mineralien gedient, erlaubte mir, auch diese Stücke mitzunehmen und zu untersuchen. Ich bin ihm um so mehr in dem gegenwärtigen Falle verbunden, da er selbst schon mehrere gelungene Arbeiten geliefert hat, und die Bestimmung einer neuen Species besonders reizend ist. Man kann diese Species mit Recht in der Mineralogie als neu betrachten, obwohl John bereits eine qualitative Analyse davon bekannt gemacht hat, da die naturhistorischen und chemischen Eigenschaften so unvollkommen beschrieben wurden, daß man nicht einmal aus denselben, sondern aus ganz andern und zufälligen Verhältnissen auf die Identität des Johannits mit dem sogenannten Uranvitriole schließen kann.

So verdanke ich nur Hrn. Peschkas, den ich eigens deswegen besuchte, mündlicher Versicherung die volle Ueberzeugung davon.

Der Johannit giebt, in einer Glasröhre in der Flamme einer Weingeistlampe geglüht, eine ziemliche Menge Wasser, wobei eine dunkel schwärzlichbraune Masse zurückbleibt, die zerreiblich ist, aber doch noch Spuren der Krystallisation des angewandten Mineralen zeigt.

Mit Soda auf Kohle geglüht, und dann auf eine blanke

Oberfläche von Silber gelegt und mit Wasser befeuchtet, färbt sich diese Oberfläche schwarz von Schwefelsilber. Auch bemerkt man deutlich den Geruch von Schwefelwasserstoffgas.

Länger in der Reductionsflamme gehalten, und noch einmal mit Soda umgeschmolzen, erhält man Kupferkörner.

In Borax löst sich der Johannit zu einem schönen grünen Glase auf, sowohl in der inneren, als auch in der äußeren Flamme. In der ersten erscheint die Perle auch wohl roth und undurchsichtig beim Abkühlen, von Kupferoxydul.

Mit Phosphorsalz erhält man bloß die grünen Farben, in der äußeren Flamme mehr von Kupfer, in der inneren mehr von Uran.

Bei sehr lange fortgesetztem Blasen mit der inneren Flamme überzieht sich die Perle, wenn man verhältnißmäßig viel Johannit angewendet hat, höchstens mit einer schwärzlichen metallischen Haut.

Mit Zinn erscheint jedoch das Roth von Kupferoxydul.

Auch aus einer Auflösung des Johannits in Salpetersäure fällt ätzendes Ammoniak einen orangegelben Niederschlag, und nimmt dann selbst eine blaue Farbe an. Der Niederschlag verhält sich vor dem Löthrohr wie Uranoxyd.

Die Bestandtheile des Johannits sind also Wasser, Schwefelsäure, und die Oxyde des Kupfers und Urans. Ueber die genaueren chemischen Verhältnisse der Mischung wird uns wohl bald Hr. Prof. Berzelius belehren, dem Hr. Sefström eine kleine Quantität davon zu überbringen die Güte gehabt hat.

Der Johannit ist ein eben so seltenes als schönes Mineral. Die einzigen bis jetzt bekannten Stücke wurden bei der Gewaltigung einer alten Strecke in den Geisterbauen, nahe an der Eliaszeche bei Joachimsthal, im

Jahre 1819 gefunden. Sie lagen auf einem Bergtroge, als Ueberzug secundärer Bildung auf Stufen von Uranerz.

Ohne Zweifel ist freie Schwefelsäure, wie auch John bemerkt, wahrscheinlich durch Verwitterung von Kiesen entstanden, die nächste Veranlassung zur Entstehung des Johannits gewesen.

Er ist auf der Lagerstätte von Gyps, in nadelförmigen Krystallen, begleitet, die ebenfalls secundäre Bildungen sind.

X. Ueber eine auffallende Verminderung des specifischen Gewichts, die der Vesuvian durch das Schmelzen erleidet; von G. Magnus.

Mit einigen Versuchen über die chemische Zusammensetzung der Vesuviane beschäftigt, schmolz ich zu wiederholten Malen den braunen, zu Egg bei Christiansund in Norwegen, in schönen großen Krystallen vorkommenden Vesuvian in einem Platintiegel, und hatte dabei Gelegenheit die folgende Erscheinung zu beobachten.

Das specifische Gewicht des Vesuvians im ungeschmolzenen Zustande liegt, nach meinen Versuchen, zwischen 3,35 und 3,45; so fand ich das

des Vesuvians vom Vesuv	zu 3,420
Banat	3,368
Wilwi Flusse	3,40
Egg	3,45
Slatoust im Ural	3,41
Fassa Thale	3,37

bei der Temperatur von 15° C.

Als ich indeß das specifische Gewicht des geschmolzenen Vesuvians von Egg untersuchte, fand ich dasselbe nur zu 2,957; eine Verschiedenheit, die gewiß weder zufällig noch unbedeutend ist, da dieselbe $\frac{1}{4}$ des specifischen

Gewichts des ungeschmolzenen Fossils beträgt. Es versteht sich, daß beide specifischen Gewichte bei Einer Temperatur genommen waren, obgleich selbst ein großer Unterschied in derselben, doch keine so große Gewichtsverschiedenheit hätte hervorbringen können.

Wiewohl ich überzeugt zu seyn glaubte, daß das geschmolzene Stück keine Blasen enthielt, so wurde zur mehreren Sicherheit der Versuch nochmals wiederholt, und ein zweites Stück gewogen; das specifische Gewicht desselben betrug 2,965, also genau so viel als das des ersten, woraus hervorgeht, daß hier kein solcher Beobachtungsfehler dieses auffallende Resultat veranlaßt haben konnte. Um diesen Einwand jedoch ganz zu widerlegen, wurde ein Stück des geschmolzenen Fossils zum feinsten Pulver gerieben, und nun das specifische Gewicht dieses Pulvers untersucht; es fand sich dasselbe 2,944, also eben so wie vorhin.

Da es mir nicht unbekannt war, daß der Vesuvian beim Schmelzen vor dem Löthrohre sehr viele Blasen entwickelt (eine Eigenschaft, die er mit mehreren Fossilien gemein hat), und da auch bei der Schmelzung desselben im Platintiegel das Entweichen dieser Blasen deutlich zu beobachten gewesen war, so kam ich auf den Gedanken, ob nicht etwa hier ein wesentlicher Bestandtheil gasförmig entweiche, wodurch die chemische Zusammensetzung und somit auch das specifische Gewicht dieses Fossils so bedeutend verändert werde. Da mir nichts mehr von dem Vesuviane von Egg zu Gebote stand, so wurden 15,534 Grm. eines reinen und sehr schön ausgebildeten großen, grünen Vesuviankrystals von Sibirien in einen Platintiegel gebracht und mit diesem gewogen. Zur Vorsicht wurde dieser in einen größeren Platintiegel gesetzt, beide durch etwas dazwischengelegte Magnesia von einander getrennt erhalten, dann in einen hessischen Tiegel gestellt, und so die Masse in Fluß gebracht. Das geschmolzene Fossil war, wie das von Egg, dem unge-

schmolzenen an Farbe und Durchscheinheit vollkommen gleich; nur die Härte war bei beiden durch das Schmelzen etwas geringer geworden, und von blättrigem Bruch war keine Spur zu bemerken. Durch das Schmelzen hatte der Tiegel mit dem darin befindlichen Fossil 0,123 Grm. an Gewicht verloren, was etwa 0,7 Procent von den angewendeten 15,534 Grm. beträgt.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß dieser Gewichtsverlust nur von atmosphärischer Luft herrührt, die zwischen den Lamellen der an Sprüngen so sehr reichen Vesuvian-Krystalle enthalten gewesen; denn da hier an organische Einmengungen nicht zu denken ist, so wäre nur anzunehmen, daß es Spuren der so häufig den Mineralien beigemischten Flusssäure wären, die hier sich verflüchtigt hätten. Da diese aber nur verbunden mit Kieselerde als Fluorkieselgas sich hätte entwickeln können, so würden die 0,7 Procent des Gewichtsverlustes nur 0,29 Procent Flusssäure des Fossils entsprechen, welche Quantität wohl unmöglich eine solche Verschiedenheit in dem specifischen Gewichte veranlaßt haben könnte. Außerdem haben mich analytische Versuche keine Flusssäure in den Vesuvianen finden lassen. Dieser Vesuvian von Sibirien, der sein Aeufseres und namentlich seine Farbe durchaus nicht durch das Schmelzen geändert hatte, war so schön geflossen, daß ich im Stande war mir ein Stück desselben zu einem Ringstein schleifen zu lassen, dessen specifisches Gewicht ich zu 2,956, also ebenfalls um $\frac{1}{7}$ geringer als das des ungeschmolzenen Steines fand.

Wenn aber kein zur Zusammensetzung des Fossils gehöriger Bestandtheil bei der Schmelzung desselben entwichen ist, so fragt es sich, woher denn dieser so bedeutende Unterschied im specifischen Gewichte rühre, und ob derselbe etwa damit zusammenhänge, daß das Fossil vor dem Schmelzen krystallisirt ist, während es nachher auch nicht eine Spur von Krystallisation mehr an sich trägt.

Dafs die Veränderung dieses Zustandes auch eine Aenderung im specifischen Gewichte hervorbringen müsse, wird wohl ein Jeder zugeben, welche Vorstellung er sich auch von der Natur eines Krystalls mache. Denn denkt man sich, wie Haüy, die Krystalle aus kleinen Theilen zusammengesetzt; die alle die primitive Form ihres Krystalls haben, so ist begreiflich, dafs diese den kleinsten Raum einnehmen werden, wenn sie gehörig geordnet sind, so dafs ihre gleichnamigen Axen nach einer Richtung liegen, wie das in einem Krystalle der Fall ist; dafs sie hingegen einen gröfseren Raum einnehmen werden, wenn sie bei dem Erstarren der geschmolzenen Masse nicht Zeit genug gehabt, sich gehörig zu ordnen, indem alsdann leere Räume zwischen ihnen vorhanden sind, gerade wie Mauersteine, die man unordentlich über einander schüttet. Denkt man sich aber, dafs die Krystalle aus Atomen bestehen, die durch anziehende und abstoßende Kräfte in Entfernung von einander gehalten werden, so müssen diese Kräfte für ein und dasselbe Atom nach den verschiedenen Richtungen verschieden seyn, und somit kommt diese Vorstellungsweise auf die frühere zurück. Die Veränderung des spec. Gew erklärt sich nach beiden durch die Verschiedenheit der Lage, welche die Atome des Vesuvians durch das Schmelzen gegen einander annehmen. — Als einen andern möglichen Fall könnte man sich vielleicht denken, dafs die Atome der einzelnen Bestandtheile, aus denen der Vesuvian zusammengesetzt ist, ihre Lage durch das Schmelzen gegen einander verändert hätten, so dafs der Vesuvian, wiewohl keiner seiner Bestandtheile entwichen oder hinzugekommen ist, doch nicht mehr als dieselbe chemische Verbindung zu betrachten wäre. Für diese Vorstellung spricht besonders der Umstand, dafs dieses Fossil, wie v. Kobell zuerst bemerkt hat, nach dem Schmelzen leicht von Säuren zersetzt wird, während es ihnen vor demselben, selbst wenn es noch so fein geschlämmt ist, vollkommen widersteht.

Ich

Ich habe mich bemüht zu untersuchen, ob noch andere Fossilien, als der Vesuvian, durch Schmelzung eine eben so bedeutende Veränderung in ihrem specifischen Gewicht erleiden. Die Anzahl derer, die zu diesem Versuche angewendet werden können, ist nur gering, da fast alle leicht schmelzbaren Wasser enthalten, und von den wasserfreien nur sehr wenige bei der Temperatur, die wir in unsern Oefen hervorbringen können, schmelzen. So ist es mir schon nicht mehr gelungen, Feldspath (Adu-lar) zum dünnen Flufs zu bringen. Zwar war derselbe durch die angewandte sehr bedeutende Hitze in dem unteren Theile des Tiegels geschmolzen; allein durch eine Lupe betrachtet, waren die geschmolzenen Stücke voll von feinen Bläschen. Der Unterschied im specifischen Gewichte, enthält daher hier nichts beweisendes, obgleich er bedeutend genug war, da das specifische Gewicht des geschmolzenen Fossils nur 1,921 betrug, während dasselbe vor dem Schmelzen 2,55 gewesen, und es sich also fast um $\frac{1}{4}$ verringert hatte. Nur der Granat und der Epidot sind fast eben so leicht schmelzbar als der Vesuvian. Ein rothbrauner Granat von Grönland, dessen specifisches Gewicht 3,9 betrug, hatte nach dem Schmelzen nur ein specifisches Gewicht von 3,05, war also auch fast um $\frac{1}{4}$ leichter geworden; allein er hatte auch seine Farbe geändert und war grün, und hatte also eine Veränderung in seiner chemischen Beschaffenheit erlitten. Aehnliche Schwierigkeiten kamen bei allen Fossilien vor; entweder konnten dieselben nicht geschmolzen werden oder sie enthielten flüchtige Bestandtheile, namentlich Wasser, oder sie reducirten sich beim Schmelzen. Eben diese Schwierigkeiten zeigten auch die künstlichen Salze; die wenigen wasserfreien, wie schwefelsaures Kali, Kochsalz, chromsaures Kali u. dergl. m., krystallisirten nach dem Schmelzen jedesmal wieder, was ich auch für Vorsichtsmafsregeln dagegen bei der Abkühlung derselben anwenden mochte. Eben so ging es auch mit Realgar; der im

Handel vorkommende zeigt durchaus kein krystallinisches Gefüge, als ich aber einige Krystalle schmolz, krystallisirte die geschmolzene Masse jedesmal wieder, und zeigte ein um so wenig geringeres specifisches Gewicht, als die gröfseren Krystalle, dafs diefs, besonders bei der geringen Quantität, die ich anwenden konnte, leicht einem Beobachtungsfehler zuzuschreiben seyn möchte. — Auch Anhydrit krystallisirt nach dem Schmelzen wieder, und eben so Flufsspath, der beim Erhitzen decrepitirt, dabei seine Farbe ändert und weifs wird, dann aber im Feuer eines Porcellanofens schmilzt, jedoch beim Abkühlen wieder krystallinisches Gefüge annimmt, Blätterdurchgänge zeigt, die den Winkel des regulären Octaëders mit einander bilden, und dasselbe specifische Gewicht als vor dem Schmelzen hat.

Es ist mir daher nicht möglich gewesen, noch andere Beispiele aufzufinden, wo ich das specifische Gewicht ein und desselben Körpers im krystallisirten und nicht krystallisirten Zustande hätte untersuchen können; besonders da die sogenannten derben Massen, die in der Natur vorkommen, entweder durch fremde Einmischungen verunreinigt sind, oder, bei näherer Betrachtung, Spuren von krystallinischem Gefüge zeigen. Allein wiewohl es leider bis jetzt an analogen Erscheinungen fehlt, um zu beweisen, dafs diese bedeutende Verschiedenheit des specifischen Gewichts beim Vesuvian wirklich nur auf dem Uebergange aus dem krystallisirten Zustande in den nicht krystallisirten beruhe, so habe ich doch von der andern Seite durchaus keinen andern Grund für diese Verschiedenheit auffinden können, deren Vorhandenseyn auf jeden Fall durch die Uebereinstimmung der angestellten Versuche, sogar für verschiedene Species, aufser allem Zweifel gesetzt ist.

Schliesslich mufs ich noch anführen, dafs, wie Guyton Morveau *) gefunden hat, Reaumur'sches Por-

*) *Annal. de chim.* LXXIII. p. 113.

cellan, das bekanntlich erhalten wird, indem man Glas lange glühend erhält und dann langsam erkalten läßt, ein specifisches Gewicht von 2,77 bis 2,80 hatte, während das Glas, aus dem es bereitet worden, nur ein specifisches Gewicht von 2,62 besaß. Sollte, wie dies aus Allem hervorzugehen scheint, die Veränderung, die das Glas bei dieser Abkühlung erleidet, nur darin bestehen, daß es einen krystallinischen Zustand annimmt, ohne sich chemisch zu verändern, so wäre diese Beobachtung ein deutlicher Beweis für die Richtigkeit der obigen Annahme.

XI. *Wie genau kannte man am Ende des achtzehnten Jahrhunderts das Gewicht unserer Atmosphäre? von J. F. Benzenberg.*

Im Jahr 1643 wurde die Quecksilberwage von Torricelli erfunden, und dann 19. Dec. 1648 wandte sie Perrier, der Schwager von Pascal, auf die Höhenmessung des Puy-de-Dôme an. Bis zum Jahre 1800 waren es 157 Jahre, daß man die Wage hatte, um die Luft mit ihr zu wägen.

Unsere Erde ist von einem Luftkreise umgeben, und je höher man in ihm steigt, desto niedriger stehen die Quecksilberwagen.

Am Aequator stehen sie fast völlig gleich, und der Unterschied beträgt etwa nur 1 Linie. Aber in hohen Breiten, wie z. B. in Petersburg, steigt und fällt die Wage um 2 Zoll.

Man ist zuerst im mittleren Europa auf die Bestimmung vom Stand der Quecksilberwage gekommen. Weil aber das Quecksilber immer steigt und fällt, so hat man 10 Jahre Zeit gebraucht, um den mittleren Stand des Quecksilbers am Ufer der See zu haben.

Man hat in Venedig den Stand der Quecksilberwage auf 28,18 Zoll angegeben. Es liegt an der See, aber durchaus im festen Lande. Die Wärme ist 10° R.

Schuckburgh stellte, im Jahr 1775, 132 Beobachtungen an, theils in England theils in Italien und fand 28,185 Par. Zoll. Die mittlere Wärme war gleich 10° R.

Bugge in Copenhagen machte aus 48jährigen Beobachtungen, die er von 1750 bis 1798 anstellte, die mittlere Höhe der Quecksilberwage zu 28,185 Par. Zoll. Die mittlere Wärme des Quecksilbers gleich 10° R.

Hr. v. Silvabelle beobachtete zu Marseille von 1783 bis 1792 mit einer Quecksilberwage, die ihm von Mannheim überschickt war, zu 28,18 Par. Zoll bei 10° R. Wärme.

Die von der Pariser Sternwarte will ich übergehen, da sie zu weit von der See ist. Hr. von Ramond führt eine Tafel an, worin er den Unterschied mit Zenith-Distanzen um 42 Fufs verschieden findet. Der Stand der Quecksilberwage war ungefähr das Mittel.

Die von London will ich ebenfalls nicht anführen, weil England eine Insel ist, und die Seeluft viele Wasserdünste enthält, und daher leichter ist.

Die von Genf will ich auch nicht anführen, weil Genf 50 Meilen von der See ist.

Wir haben demnach Folgendes:

1) die von Venedig gaben	28,18 Par. Zoll bei 10° R.
2) die von Schuckburgh	
im Jahr 1775 gaben	28,185 - - - 10
3) die von Bugge in Copenhagen von 1750—1798	28,185 - - - 10
4) die von Silvabelle von 1783—1792 gaben	28,18 - - - 10

Mittel 28,182 Par. Z. bei 10° R.

Dieses ist der Stand der Quecksilberwage am Ufer

der See auf der ganzen Erde, nämlich: 28,182 Par. Zoll bei 10° R. Wärme. Und so genau wufste man es im Jahr 1800.

Am Aequator ist die Schwere geringer als am Pol. Dieses macht auf die Pendellänge 2,4 Linien. *Allein das Quecksilber ist leichter und die Luft ist leichter.*

Ich halte dafür, daß man im Jahr 1800 bis auf $\frac{1}{1000}$ Zoll das Gewicht der Luft gegen Quecksilber gekannt habe, und daß es entweder 28,182 Zoll oder 28,183 Zoll gewesen sey.

$\frac{1}{1000}$ Zoll der Quecksilberwage macht 0,9 Fufs Luft aus.

Wenn 0,001 Zoll 0,07 Pfd. wiegt, so ist dies die Ungewifsheit, mit welcher 1 Quadratsufs Luft gedrückt wird. Ein Paris. Quadratsufs wiegt (28,182 Zoll Höhe) 2225 Pfund Luft.

Also am Ende des achtzehnten Jahrhunderts betrug die Ungewifsheit im Stande der Quecksilberwage gleich $\frac{1}{1000}$ Zoll bei einer Höhe von 28,182 Zoll. Dieser $\frac{1}{1000}$ Zoll ist 0,9 Fufs Luft, oder am Gewicht auf 1 Quadratsufs 0,07 Pfund.

Das ist also die Ungewifsheit, die am Ende des achtzehnten Jahrhunderts bei den Quecksilberhöhen stattfand.

XII. Ueber den mittleren Stand des Wärmemessers in Düsseldorf; von J. F. Benzenberg.

Wenn der Stand des Wärmemessers im Sommer am höchsten ist, so ist er 29 $\frac{1}{2}$ Grad R. im Schatten; so hoch stand er am 3. August 1826 in Aachen. Wenn er am tiefsten steht, so steht er —24° R. So hat er im Win-

ter von 1826 in Frankfurt gestanden. Also 54° R. Veränderung in der Luft. Ich habe die höchste Wärme bei 26° R. gehabt, und die höchste Kälte bei -18° R. Dieses war in Düsseldorf. Also 44° R. Veränderung in der Luft. Mein Keller, der 12 Fufs tief ist und gewölbt, hat im Durchschnitt $+7^{\circ}$ R. Im Winter, wenn es sehr stark und anhaltend friert, dann geht er nahe bis auf den Gefrierpunkt. Und im Sommer, wenn es sehr lange heifs ist, wird er 12 bis 14° R. haben. Also hat der Keller 4 bis 5 Mal weniger Veränderung wie die Luft im Freien, nämlich 12 bis 14° R.

Ich habe 30 Fufs unter der Strafsse meinen Wasserbrunnen. Dieser hat auf dem Hofe eine Pumpe, und wenn es im Winter friert wird die Pumpe abgelassen, und eine zweite und kleinere Pumpe ist dann im Keller. Das Wasser steht im Brunnen 24 Fufs unter der Strafsse, und ist also noch 6 Fufs Wasser in demselben. *Dieses Wasser wird den Wärmegrad haben, den die Erdschicht hat, welche 24 Fufs tief ist.* Man hat also nur dieses Wasser zu untersuchen, um den Wärmegrad zu finden, der in einer Tiefe von 24 Fufs ist. Denn das Wasser und der Sand haben immer genau dieselbe Temperatur, und 24 Fufs unter Tage ist der Sand und das Wasser ruhig, und beide es haben keinen Einfluß mehr von der äufseren Luft.

Der Wärmemesser stand heute im Keller 4° R. über Null.

Ich liefs nun Wasser pumpen, und zwar so viel, dafs man unten aus dem Brunnen das Wasser heraufholte. Dann liefs ich einen Wassereimer voll pumpen, und hing den Wärmemesser hinein. Wenn er eine Viertelstunde geangen hatte, las ich den Wärmemesser ab, schüttete das Wasser aus und liefs wieder aufs Neue pumpen, wobei ich dann den Wärmemesser wieder ein hängte, u. s. w.

Den 22. Dec. 1830 3^h Nachmittags 7° 3 R.

3 15' - 7 ,3 -

3 30 - 7 ,3 -

3 45 - 7 ,3 -

4 - 7 ,3 -

4 15 - 7 ,3 -

Mittel 7° 3 R.

Also 7° 3 R. ist die Wärme bei 24 Fufs Tiefe. Da aber die Wärme nach dem Mittelpunkt der Erde zunimmt, und zwar 140 Fufs für 1° R., so nimmt sie für 24 Fufs 0° 2 R. zu; also 7° 3 R. — 0° 2 R. = 7° 1 R. *Also ist 7° 1 R. die Wärme an der Oberfläche der Erde in Düsseldorf.* Während des Umschüttens fiel der Wärmemesser immer um $\frac{1}{2}$ Grad. Aber wenn er wieder in's Wasser kam, stieg er wieder eben so viel.

Ich werde nun 12 Mal dieses Jahr messen, und immer am 22. jedes kommenden Monats. Wahrscheinlich findet man aber immer dasselbe.

Der Wärmemesser war von Hrn. Mechanicus Mauch in Cöln. Er hatte eine elfenbeinerne Skale, die sehr gut geschnitten war, und worauf man den Stand des Quecksilbers mit aller Schärfe sehen konnte. Er war $1\frac{1}{2}$ Fufs lang.

Ich war 1810 zu Iverdun in der Schweiz, wo ich Hrn. Leop. v. Buch traf. Dieser sagte mir, dafs das beste Mittel, die mittlere Temperatur eines Orts zu finden, das sey, den Wärmemesser in den Brunnen zu tauchen, der 30 bis 40 Fufs tief wäre; *denn hierdurch fände man die Temperatur der Erde.*

Aber am genauesten ist wohl die mittlere Wärme in Paris angegeben. Der Wärmemesser ist in den Souterrains der Pariser Sternwarte, aus denen Bausteine schon seit einigen hundert Jahren gebrochen werden.

Hier hängt der Wärmemesser 87 Fufs unter Tage, und steht 11° 7 hunderttheilig über dem Gefrierpunkt des Wassers. Dieses ist 9° 4 R.

Sonst hatten sie $12^{\circ},075$ hunderttheilig angegeben; allein Hr. Arago entdeckte einen Fehler in der Theilung der Skale, welcher $0,38$ Grad war. Dieses muß abgezogen werden. Also $12^{\circ},075 - 0^{\circ},38 = 11^{\circ},695$, welches zu $11^{\circ},7$ angenommen wird, und das sind $9^{\circ},4$ R.

Allein außer diesem Fehler ist wahrscheinlich noch ein zweiter vorhanden, welcher von der Wärme der Erde herkommt, und der sich um jede 112 Fufs 1° C. vermehrt.

Wenn 112 Fufs 1° thun, so thun 87 Fufs $0^{\circ},78$ C. welche noch abgezogen werden müssen.

Man hat also $11^{\circ},7 - 0^{\circ},78 = 10^{\circ},92$ C., welches $8^{\circ},74$ R. ist. (Siehe über die warmen Quellen in Aachen, von J. F. Benzenberg.) $8^{\circ},74$ R. scheint mit $7^{\circ},1$ R. besser zu stimmen, welches man in Düsseldorf hat, als die andere $9^{\circ},4$ R. in Paris.

XIII. *Wirkung des Arsens auf die Pflanzen;* *von E. F. Leuchs.*

Die in diesen Annalen, Bd. 14. S. 499., mitgetheilten Versuche, über die Einwirkung höchst verdünnter Auflösungen von Arsenikoxyd in Wasser, in denen man die Samen einweicht, habe ich seitdem im April 1829 nochmals wiederholt, und vollkommen bestätigt gefunden, daher meine Angabe der Hauptresultate nicht uninteressant seyn dürfte.

1. *Vers.* In einem ganz finstern warmen Keller, dessen Luftlöcher sorgfältig verstopft waren, wurden von weißem, thonhaltgem, aber humusfreiem Sande drei Reihen Beete gemacht. Jede Reihe hatte 16 Beete, wovon 8, jedes mit 110 Stück, 16 Stunden in gewöhnlichem Wasser eingeweichter Wicken, und acht mit diesen abwechselnde

mit in eben so viel Wasser, das eine höchst unbedeutende Menge Arsenikoxyd enthielt, gleich lang eingeweichten Wicken besäet wurden. Die erste Arsenikoxydlösung enthielt nach der Verdünnung, wenn man annimmt, daß 100 Gran Wasser 2 Gr. lösen, $\frac{9}{1000}$ Gran Arsenikoxyd, jede folgende die Hälfte, also die 24ste $\frac{1}{100.000.000}$. Nach 38 Tagen wurden die Wickenpflanzen an der Wurzel abgeschnitten, gezählt, gewogen, getrocknet und wieder gewogen, und dann berechnet, wie viel jede Pflanze 1) frisch im Durchschnitt wog, 2) wie viel getrocknet, und 3) wie viel 100 Th. frischer Pflanzen trocken wiegen.

Ergebnisse.

Erste Beetenreihe. Die Auflösung in den 8 Beeten enthielt, stets um die Hälfte an Gehalt abnehmend, $\frac{9}{1000}$ Gran bis $\frac{7}{100.000}$ Gran Arsenikoxyd. Vergleicht man jedes mit den daran stossenden Beeten, wo in bloßem Wasser eingeweichte Wicken gesäet wurden, so wiegen alle in Arsenik geweilte Wicken, frisch und getrocknet, weniger; 100 Th. gaben dagegen getrocknet mehr. Nur ein Beet machte eine Ausnahme. Addirt man die Durchschnittsgewichte einer Wicke in den 8 Arsenik- und den 8 Wasserbeeten, so erhält man bei

Arsenik P¹ 24,076 P² 1,9731 Proc. 65,665 *)

Wasser P¹ 23,905 P² 1,8941 Proc. 63,185

Hieraus folgt, daß das Arsenikoxyd das Wachsthum etwas gehindert hat.

Zweite Beetenreihe. Fing mit der neunten Verdünnung an, die $\frac{3.5}{1000.000}$ Gran Arsenikoxyd enthielt, und endete mit der sechzehnten, von $\frac{2.7}{100.000.000}$ Gehalt. Beet mit Beet verglichen, haben alle Arsenikbeete ohne Ausnahme ein kleineres P¹, ein kleineres P² (Verdünnung

*) Der bequemen Uebersicht wegen bezeichne ich mit P¹ das Gewicht jeder einzelnen Pflanze im frischen Zustande; mit P² dasselbe nach dem Trocknen; und mit Proc., wie viel 100 Theile frischer Pflanzen nach dem Trocknen wiegen.

9 und 14 ausgenommen), aber ein größeres Proc. als die Wasserbeete (mit Ausnahme der 22 Wasserbeete, die zunächst bei den Arsenikbeeten, der 11. und 15. Verdünnung waren).

Die Durchschnittssummen sind von den 8 Beeten bei

Arsenik P^1 23,182 P^2 1,8344 Proc. 63,306

Wasser P^1 24,550 P^2 1,9145 Proc. 62,315

und stimmen mit dem obigen Resultate, aber die Differenzen beider Beetesummen sind kleiner, weil die verdünnten Arseniklösungen weniger nachtheilig waren.

Dritte Beetenreihe, oder 17. bis 24. Verdünnung, von $\frac{1}{100,000,000}$ bis $\frac{1}{1000,000,000}$ Gran Arsenikgehalt. Auch hier ist das P^1 bei allen Arsenikbeeten (Verdünnung 17., 18., 19. und 23. ausgenommen) kleiner, P^2 ist ebenfalls kleiner (mit Ausnahme bei der 17., 18., 19., 21., 23. und 24. Verdünnung), das Procent-Gewicht aber größer, mit Ausnahme der 22. Verdünnung.

Die Durchschnittsgewichts-Summe der 8 Beete sind

bei Arsenik P^1 22,203 P^2 1,8156 Proc. 65,386

- Wasser P^1 22,707 P^2 1,7264 Proc. 60,920

Das größere P^2 bei den Arsenikwicken würde hier beweisen, daß das Arsenik nützlich gewirkt habe, wenn nicht das kleinere P^1 und größere Proc. diesem entgegenstände.

Die Hälfte des Wassers wurde beim Einweichen nicht von den Wicken eingesogen; man muß daher annehmen, daß sie auch nur die Hälfte des darin enthaltenen Arsenik eingesogen. Bei $\frac{1}{1000,000,000}$ Arsenik kam demnach auf jede der 110 Wickensaamen $\frac{1}{110,000,000,000}$ Gran, und nach letzterer Voraussetzung gar nur die Hälfte dieser höchst unbedeutenden Menge, und dennoch zeigen die Ergebnisse einen nachtheiligen Einfluß derselben.

Man könnte gegen die Richtigkeit obiger Resultate aus folgenden Gründen Einwendungen machen:

- 1) Wurden die Pflanzen nach dem Abschneiden auf Papier gelegt und der Reihe nach gewogen. Da stets die innere Beetenreihe (16 Beete) abgeschnitten

ten wurde, und das Zählen und Wiegen Zeit wegnahm, mußten die zuletzt gewogenen durch Eintrocknen an der Luft an Gewicht verlieren, und dadurch auch die Angabe, wie viel 100 Th. getrocknet gaben, unrichtig werden. Allein da die Papierbogen mit den Pflanzen im Keller gelassen und nur stets wenige herauf geholt wurden, deren Wägung schnell ging, auch ein Versuch zeigte, daß das Eintrocknen höchst unbedeutend war, so kann aus dieser Ursache kein Fehler hervorgehen. Ueberdies wird das Gewicht einer Pflanze, im trocknen Zustande (P^2), dadurch nicht verändert.

- 2) Ganz mißrathene, ungewöhnlich kleine oder abgebrochene Pflanzen wurden weggeworfen, und in sämmtlichen 16 Arsenikbeeten fanden sich im Ganzen, nach dieser Sichtung, 32 Wicken mehr (693) als in den Wasserbeeten (nur 662). Kam dieses von einer zu großen Sichtung der letzteren her, so würden allerdings die Resultate gegen die Arsenikwicken ausfallen müssen. Da ich aber die auf dem Papier gemachten Zeichen nicht bemerken konnte, und daher nicht wußte, ob ich in Arseniklösung eingeweichte Wicken vor mir hatte, oder nicht, so konnte keine Partheilichkeit statt finden. Ueberdies zeigt eine Vergleichung der Beete, daß in denen, wo sich viele Wicken fanden, das Wachsthum nicht litt.
- 3) Mehr zu beachten ist der Einfluß der Luftströmungen und der Wärmeleitung der Mauern des Kellers. Die Beete grenzten an einen Theil der Ost- und Westseite der Kellerwände, und die der 1. bis 8. Verdünnung an die Südwand. Nach dieser von Ost nach West gehenden Beetreihe folgte die der 9. bis 15., und zuletzt die der 16. bis 24. Verdünnung. Letztere hatten keine Mauer nach Norden, sondern unmittelbar den Luftraum des Kel-

lers zur Grenze. Die an der Thür erkältete Luft mußte unmittelbar auf sie wirken. In den mit in Wasser eingeweichten Wicken bestellten Beeten dieser Reihe waren die Pflanzen am kleinsten (in P^1 , P^2 und Proc.), in der mittleren Beetenreihe am grössten, und die Beetenreihe (1. bis 8. Verdünnung) an der Südwand hatte kleinere Wicken, als die vorhergehende. Eben so findet man durch eine Addition der Grössen der einzelnen Pflanzen in den Wasserbeeten, wenn man sämtliche Reihen von Nord nach Süd in 4 Theile eintheilt, daß das Gewicht der Pflanzen frisch von Ost nach West zunimmt, dagegen 100 Theile der frischen Pflanze, an der Ostseite gezogen, mehr feste Theile gaben, als die von Pflanzen in der Mitte und an der Westwand, welches wohl auch von der durch die Thür bewirkten Erkältung der östlichen Mauer und des mittleren Luftraums im Keller herrühren mag.

Indessen haben diese Differenzen auf die Resultate wenig Einfluß, weil die mit in Arsenik und in Wasser geweichten Wicken bestellten Beete mit einander abwechselten, keines über 5 Zoll breit und nicht über 8 Zoll lang war, und daher der Wärmeeinfluß sich leichter mittheilte. Vergleicht man daher nur die mittleren Beete mit einander, und läßt die an der West- und Ostwand aufser Acht, so ergiebt sich demnach der nachtheilige Einfluß des Arsens.

Zweiter Versuch. Zur weiteren Bestätigung des vorhergehenden Versuchs machte ich vom 2. April bis 20. Mai 1830 einen zweiten, änderte die Lage der Beete jedoch ab, so daß die ersten Verdünnungen dahin kamen, wo bei den früheren die letzten waren. Eben so fing ich in jeder Beetenreihe, statt an der Ostseite, nun an der Westseite zu säen an, so daß die in schwächere Lösung eingeweichten Wicken nach der Ostseite hin gesäet wurden. Hatte die Lage einen großen Einfluß, so mußte

dieser daher bei diesem Versuch ganz anders sich zeigen, als bei dem erstern. Statt die Pflanzen abzuschneiden, wurden sie mit der Wurzel ausgerissen, vom Sand befreit, und gleich gewogen, ohne sie zu zählen, um dieß schneller zu beendigen. Erst nachdem sie trocken waren, wurden sie gezählt und nochmals gewogen. Auch wurden keine Pflanzen wegen zu großer Kleinheit ausgeschlossen, und so alle Einwürfe, die man bei den früheren Versuchen machen konnte, beseitigt.

Die Ergebnisse waren die nämlichen. In der ersten Beetenreihe, mit den in der Verdünnung 1. bis 9. eingeweichten 100 Wicken, und 9 damit abwechselnden Beeten Wicken, in reinem Wasser eingeweicht, hatten in den letzteren in 6 Beeten jede Wicke frisch ein größeres, und getrocknet in 3 Beeten ein größeres Gewicht ($P^1 P^2$) als in den Arsenikbeeten, und (worauf es hier am meisten ankommt, weil das Zählen so vieler getrockneten Wicken sich nicht so gut thun liefs, als bei dem ersten Versuch) gaben 100 Theile Wicken von 7 Wasserbeeten weniger trockene Theile, als bei den anstossenden Arsenikbeeten.

Selbst in der dritten Beetenreihe, mit den Verdünnungen 18. bis 26., wog bei 9 Wasserbeeten jede Wicke in 8 Beeten frisch mehr und in 6 Beeten getrocknet mehr, als in den angrenzenden Arsenikbeeten, auch gaben 100 Theile in 8 Beeten weniger feste Theile, als in den angrenzenden Arsenikbeeten.

Addirt man die Procent-Gewichte bei der gleichen Anzahl Wasser- und Arsenikbeete jeder Reihe, so kommt für die

1. bis 9. Verdünn.	128,9	die Wasserbeete gab.	115,3
10. - 17.	- 112,7	- - -	110,9 *)
18. - 26.	- 113,5	- - -	105,29

*) Diese 8 Beete sind hier um $\frac{1}{8}$ Theil in der Summe vergrößert, damit die Gleichheit der Summe mit den zwei andern Reihen, wo 9 Beete waren, hergestellt und die Uebersicht erleichtert werde.

Die erste Verdünnung (stets in 120 Gr. Wasser bestehend) enthielt bei diesem Versuch 1000^9 Gran Arsenik, die 17. $100,000,000^{14}$, und die 26. $100,000,000^{27}$ Gran; $100,000^9$ bis $100,000,000^{27}$ Gran Arsenik äufsern also noch Einfluß auf eine Wicke.

XIV. *Neue Versuche über die bitteren Mandeln und deren flüchtiges Oel; von den HH. Robiquet und Boutron-Charlard.*

(Mit einigen Abkürzungen aus den *Ann. de chim. et de phys.*
T. XLIV. p. 352.)

Aus allen Untersuchungen, die bisher über das flüchtige Oel der bitteren Mandeln angestellt worden sind, geht hervor, daß dieses merkwürdige Product sich hauptsächlich dadurch von anderen flüchtigen Oelen unterscheidet, daß es Sauerstoffgas schnell absorbirt, und in Folge dieser Oxydation sich in farblose Krystallnadeln verwandelt, welche sauer sind und es bleiben, man mag sie nun trocken erhitzen, wodurch sie weiter keine Veränderung erleiden, als daß sie in weißen seidenartigen Büscheln sublimiren, oder man mag sie mit siedendem Wasser behandeln, von dem sie vollständig gelöst und beim Erkalten wieder abgesetzt werden.

Man weiß außerdem, daß dieses flüchtige Oel nicht bloß den Geruch der Blausäure besitzt, sondern auch, daß es im frischen Zustande eine ansehnliche Menge von derselben enthält, und wahrscheinlich diesem Gehalte seine giftigen Eigenschaften verdankt, obgleich es auch nach Blausäure riechen kann, ohne merkliche Spuren von derselben zu enthalten. Endlich ist es auch bekannt, daß dieses flüchtige Oel bei zweckmäßiger Behandlung mit kautischen Alkalien ein besonderes krystallinisches Product

liefert, welches weder sauer noch alkalisch ist, sich in Alkohol und Wasser löst, und mehr in der Wärme als in der Kälte.

Eine der Hauptfragen, welche noch zu lösen blieb, ist begreiflicherweise die: Welche Säure durch die Oxydation des Oels gebildet werde. Wir beschäftigten uns demnach zunächst mit dieser Bestimmung, hatten aber kaum die Identität dieser Säure mit der Benzoësäure ermittelt, als wir erfuhren, daß dasselbe Resultat schon im Jahre 1823 von Hrn. Stange, Apotheker in Basel, in Buchner's Repertorium bekannt gemacht worden war *).

Hierauf blieb uns noch zu untersuchen, ob nicht die Benzoësäure fertig gebildet im Bittermandelöl vorhanden sey, und sie nur durch die Oxydation der mit ihr verbundenen Stoffe frei gemacht werde. Wir wurden indess von diesem Gegenstande abgelenkt durch eine andere, nicht minder interessante Frage, die uns schien vorangehen zu müssen, nämlich durch die: Ob selbst das flüchtige Oel in den bitteren Mandeln fertig gebildet vorhanden sey. Die Beschäftigung mit dieser Aufgabe schien uns um so wichtiger, als zu vermuthen stand, daß die Lösung derselben einiges Licht auf die Natur dieses vorgeblichen Oels werfen würde. Bereits hatte der Eine von uns beobachtet, daß das flüchtige Oel, welches man durch Destillation aus den bitteren Mandeln erhält, nicht ganz fertig darin gebildet vorhanden seyn könne, weil das fette Oel, welches man durch's Auspressen dieses Samens bekommt, keinen Geruch und Geschmack besitzt. Alles läßt glauben, daß, wären diese beiden Oele neben einander da, man sie gemeinschaftlich beim Auspressen erhalten würde, weil, wenn sie einmal getrennt sind, sie beim Vermischen sich leicht mit einander vereinigen.

*) Ein Jahr früher ist schon dieselbe Thatsache von den HH. Grischow und Bahlmann beobachtet worden (Berlin. Jahrbuch d. Pharmac. Jahrg. XXIII. S. 158.) P.

Dergleichen Beispiele kennt man mehrere; so weiß man z. B., daß die Samen der Umbelliferen durch bloßes Auspressen ein Gemisch von fettem und ätherischem Oele geben. Ganz anders verhält es sich aber mit den bitteren Mandeln, wenn sie von Feuchtigkeit befreit sind. Das fette Oel, welches man auf mechanischem Wege daraus absondert, ist eben so ganz geschmack- und geruchlos, wie das der süßen Mandeln. Diefs ist eine That- sache, welche Hr. Planche wohl erwiesen hat, und welche auch durch die tägliche Praxis der Parfümeure bestätigt wird, die das fette Oel der bitteren Mandeln für das der süßen Mandeln verkaufen.

Indefs nimmt wirklich das fette Oel unter gewissen Umständen den Geruch und den Geschmack der bitteren Mandeln an, und zwar braucht man, damit diels geschehe, nach Hrn. Planche, die bitteren Mandeln nur zwischen heißen Platten auszupressen; allein die HH. Henry und Guibourt haben seitdem gezeigt, daß diese Veränderung nur unter dem Zutritt von Feuchtigkeit stattfindet.

Diels waren die Angaben, welche uns als Ausgangspunkt dienten. Unsere erste Sorge ging dahin, uns von ihrer Richtigkeit zu überzeugen. Wirklich haben wir gesehen, daß, wenn die bitteren Mandeln schon etwas alt und folglich recht trocken sind, das fette Oel, welches man daraus durch bloßes Auspressen bekommt, gleich wie der Rückstand, man mag ihn nun in Kuchen lassen oder pülvern, keinen Geruch besitzt, und daß man durch kein Mittel ein Aroma aus dem Oele entwickeln kann, während man nur den Rückstand zu befeuchten braucht, um sogleich den Geruch nach Blausäure auf's Deutlichste hervorzurufen. Das ätherische Oel oder seine Elemente bleiben demnach unzweifelhaft in der Mandelkleie, und fließen beim Pressen nicht mit dem fetten Oel aus.

Indem wir nach diesen That- sachen zunächst voraus- setzten, daß das vorgebliche ätherische Oel aus der Ver- bindung eines besonderen Stoffs mit einem gewissen Ver- hält-

hältniſſe Waſſer entſpringe, haben wir auf verſchiedenen Wegen geſucht, dieſen Stoff ohne Dazwiſchenkunſt von Feuchtigkeit auszuziehen, und dazu nach einander Aether und höchſt rectificirten Alkohol angewandt. Die auf dieſem Wege erhaltenen Reſultate ſind ſonderbar genug, um Beachtung zu verdienen.

Wirkung des Aethers auf die Mandeln.

Der Aether, zu dem wir zuerſt unſere Zuflucht nahmen, hatte keine andere Einwirkung, als daſs er die letzten, durch das Auspreſſen noch nicht abgeſonderten Theile des fetten Oels entfernte *). Nachdem dieſe Operation beendigt war, trockneten wir die Kleie an der Luft und dampften den Auszug in verſchloſſenen Gefäſſen in einem Marienbade ab. Sowohl die mit Aether ausgezogene Kleie, als auch das dadurch erhaltene Oel war geruchlos; allein bei Anrührung mit Waſſer hauchte die Kleie ſo gut Geruch aus wie zuvor. Es iſt demnach erwieſen, daſs der Aether nicht auf die Stoffe wirkt, die etwa den Geruch entwickeln. Bis hieher iſt Nichts auffallend; was aber wirklich überrascht, iſt: daſs, wenn man die mit Aether ausgezogene und darauf getrocknete Kleie zum zweiten Male mit Aether behandelt, der Auszug bei Abdampfung in einem Marienbade ein Product giebt, welches flüchtiges Bittermandelöl enthält. Es bleibt alſo kein Zweifel, daſs nicht das Waſſer zur Bildung dieſes Oels unumgänglich ſey.

Wirkung des Alkohols.

Wenn man den erſten Rückſtand von der Waſchung mit Aether, ſtatt ihn auf angegebene Weiſe zu behandeln, zu wiederholten Malen mit ſtarkem Alkohol auskocht, ſo erhält man nach der vierten Auskochung Alles,

*) Die Ausziehung geſchah in einem trichterartigen Apparat, worin die Mandelkleie ſo lange mit Aether übergossen wurde, bis er unten ohne Beimengung von fettem Oel abfloſs. P.

was dieses Lösemittel aus den Mandeln zu ziehen vermag, und man bemerkt, daß der erste Auszug nach dem Erkalten kleine opake, sehr kurze Krystallnadeln absetzt, die sich in strahlenförmigen Büscheln zusammenlegen. Diese Krystalle, welche sich gewöhnlich an die Wände des Gefäßes absetzen, sondert man ab, und bringt sie auf ein kleines Filtrum. Andererseits gießt man die alkoholischen Auszüge in eine Retorte und zieht den Alkohol vorsichtig so weit ab, bis der Rückstand die Consistenz eines Syrups erlangt hat. Man läßt ihn nun erkalten und bringt ihn darauf in ein hohes Glas, worin man ihn mit dem 5 bis 6fachen seines Gewichts an rectificirtem Aether übergießt, und, nach Verstöpselung des Glases, einige Zeit stark schüttelt. Nun läßt man das Glas bis zum andern Morgen ruhig stehen, wo man dann drei wohl geschiedene Schichten wahrnimmt. Die oberste und leichtflüssigste ist ein wenig gelb; dann folgt eine von matt weißer Farbe und halb fester Consistenz, und die dritte endlich besitzt eine Bernsteinfarbe und schleimige Consistenz. Die erste und dritte Schicht sondert man leicht durch einen Heber ab, und die mittlere, welche von einer teigigen Consistenz ist, läßt man auf feiner Leinwand auströpfeln.

Nachdem die drei Schichten mechanisch geschieden sind, schreitet man zur Reinigung der in ihnen enthaltenen Producte. Die erste, welche fast nichts wie Aether ist, wird in einem Marienbade abdestillirt, wobei man als Rückstand eine Art eines gelblichen, flüssigen Harzes bekommt, dessen scharfer Geschmack an den des sogenannten grünen Pflanzenharzes erinnert. Die weißse und gewissermaßen kreideartige Substanz aus der zweiten Schicht wird in siedendem Alkohol gelöst. Diese Lösung läßt, nach dem Filtriren und Erkalten, eine Menge kleiner weißer Krystallnadeln fallen, welche von gleicher Natur sind mit den warzenförmigen Krystallen, die sich aus dem ersten Auszuge der Mandelkleie ausscheiden. Die

schleimige Flüssigkeit, welche die dritte Schicht bildet, nimmt, nachdem sie durch gelinde Erwärmung von dem noch darin enthaltenen Aether befreit worden ist, die Consistenz des Honigs an, bleibt durchsichtig und schmeckt süß, aber zugleich ein wenig bitter. Wir haben aus ihr keinen anderen Stoff absondern können.

Die Behandlung mit Alkohol liefert demnach drei wohl unterschiedene Stoffe, nämlich: eine harzige Substanz, eine eigenthümliche krystallinische Materie und endlich eine Art flüssigen Zuckers. Am merkwürdigsten ist aber, daß keins dieser drei Producte den Geruch der bitteren Mandeln besitzt, und daß dennoch die Mandelkleie, die hinter einander mit Aether und Alkohol oder auch bloß mit Alkohol behandelt worden ist, nicht mehr mit Wasser den Geruch der Blausäure annimmt.

Vergebens haben wir alle uns zweckdienlich scheinenden Mittel angewandt, um diesen Geruch zu entwickeln, sowohl aus den Bestandtheilen einzeln genommen, als auch mit einander oder mit der Mandelkleie, aus denen sie dargestellt waren, vermischt. Ohne Zweifel giebt es einen sehr flüchtigen Stoff, welcher als gemeinschaftliches Bindemittel dient, und durch die Behandlung mit Alkohol zerstört wird. Was dieß zu beweisen scheint, ist die bekanntlich sehr deutliche Gegenwart der Blausäure in dem Destillate aus bitteren Mandeln, während sie hier durch kein Mittel, selbst nicht durch kaustische Alkalien, welche sie in dem ätherischen Oele so schnell nachweisen, entdeckt werden kann. Wir müssen indess bemerken, daß die weiße krystallinische Substanz, bei Erwärmung mit Aetzkalklauge, eine sehr beträchtliche Menge Ammoniak entweichen läßt. Da diese Substanz also Stickstoff enthält, so wäre es möglich, daß derselbe vermöge einer uns unbekannten Entmischung oder Verbindung ein Bestandtheil des ätherischen Oeles würde. Wir sind um so mehr geneigt dieses zu glauben, als dieß Oel, selbst im Zustande seiner grössten Reinheit, den Geschmack der

bitteren Mandeln besitzt, und die süßen Mandeln keinen ähnlichen Stoff liefern. Diese Beobachtungen haben uns bestimmt, das ätherische Oel besonders zu untersuchen, und wir werden weiterhin die Resultate unserer Versuche angeben; bevor wir uns aber mit diesem Gegenstande beschäftigen, wollen wir noch das anführen, was auf die Mandeln selbst Bezug hat.

Wir erinnern zunächst, daß der Bittermandelkuchen, welcher mit Alkohol behandelt worden ist, bei der Destillation mit Wasser kein besonderes ätherisches Oel liefert, und daß nicht nur das Product, welches man erhält, nicht den geringsten Bittermandelgeruch besitzt, sondern auch mit Reagenzien nicht die geringste Spur von Blausäure entdecken läßt. Es ist daher gewiß, daß der Alkohol entweder ganz oder zum Theil die Bestandtheile des ätherischen Oels fortnimmt oder zerstört. Um uns indeß zu überzeugen, ob der alkoholische Rückstand einen Stoff enthalte, welcher zu jener schnellen Erzeugung der Blausäure, die sich unter gewöhnlichen Umständen sogleich nach Befeuchtung des Kuchens einstellt, beitragen könnte, haben wir eine Portion dieses Rückstandes mit kaltem destillirtem Wasser behandelt; nach mehrstündiger Maceration erhielten wir eine Flüssigkeit, welche, nach dem Filtriren, klar und gelblich war, fade schmeckte, beim Schütteln stark schäumte und bei Erwärmung coagulirte.

Alle diese Eigenschaften finden sich auch bei den süßen Mandeln, und Hr. Boullay hat dieselben schon vor langer Zeit angegeben, in einem Aufsatze, im siebenten Bande des *Journal de Pharmacie*. Wir bemerken beiläufig nur, daß jenes Coaguliren, welches man von Pflanzeneiweiß abgeleitet hat, einige Charaktere besitzt, welche auf einen andern Körper hindeuten scheinen, wie man dieß besonders bemerkt, wenn man Mandelkleie genommen hat, die durch Aether ihres fetten Oels gänzlich beraubt und darauf mit Alkohol behandelt

worden ist. Erwärmt man in diesem Falle die wässrige Flüssigkeit, so trübt sie sich und nimmt Consistenz an; allein sie coagulirt nicht, selbst wenn man die Erwärmung bis zum anhaltendem Sieden steigert. Läßt man sie erkalten, so nimmt die Consistenz zu, und man erhält eine ganz homogene, wie Kleister steife Masse. Erhitzt man sie abermals, so wird die Masse etwas flüssig, und beim Erkalten nimmt sie wieder die frühere Consistenz an; diese Erscheinungen kann man durch Temperaturwechsel mehrmals hervorrufen. Wir haben uns sagen lassen, daß das gewöhnliche Eiweiß Nichts dem ähnliches zeige. Uebrigens verweilen wir hiebei nicht länger, um uns nicht so sehr von unserm Hauptgegenstand zu entfernen. Wir haben nur noch von der wässrigen Flüssigkeit zu sagen, daß wenn bei Erwärmung die Coagulation nicht augenblicklich geschieht, einige Tage der Ruhe hinreichen, aus ihr eine Menge einer Flüssigkeit abzusondern, welche bei Abdampfung nur eine Art gewöhnlichen Gummi's liefert. Wir haben demnach in jenem Rückstand Nichts gefunden, was eine besondere Aufmerksamkeit verdiente.

Untersuchung des ätherischen Bittermandelöls.

Mit den gewöhnlichen Apparaten hat die Darstellung dieses Oels viele Schwierigkeiten, weil die mit Wasser angerührte Mandelkleie eine solche zähe, dicke Masse bildet, daß es fast unmöglich ist, das Sieden eine Zeit lang zu unterhalten, ohne daß nicht die Masse aufsteigt oder sich an die Wände festsetzt und in Folge davon zersetzt wird. Unter den verschiedenen Mitteln, zu denen wir unsere Zuflucht nahmen, gewährte uns die Anwendung des Dampfs den meisten Vortheil. Wenn man das Destillat portionenweise abnimmt, so sieht man, daß man anfangs mehr Oel enthält und das darüberstehende Wasser klar ist, wogegen bei mehr vorgerückter Destillation das Oel in geringer Menge erscheint, und dennoch das Wasser sehr milchig ist; zuletzt erhält man kein Oel

mehr und die Flüssigkeit wird wieder klar. Alle drei Producte sind ohne Wirkung auf blaues und rothes Lackmuspapier.

Hr. Vogel hat also Unrecht, wenn er sagt, daß das destillirte Wasser der bitteren Mandeln sauer sey; es ist es nur in Folge einer Veränderung. Der Geruch der ersten Producte ist so lebhaft und durchdringend, daß er mehr an den heftigen des Cyans als an den milderen der Blausäure erinnert. Noch merkwürdiger aber ist, daß nicht nur die Cyanverbindung, welche man mittelst Eisensalze aus jenen drei Destillaten erhält, in dem Maasse abnimmt, als die Destillation vorschreitet, sondern auch, daß diese Verbindung mehr Cyan als die Blausäure enthalten muß, weil die Niederschläge, welche man selbst mit Eisenoxydsalzen erhält, anfangs röthlichgelb sind, und erst in Folge der Berührung mit der Luft grün und dann blau werden. Wohlverstanden sprechen wir nicht von der Farbe der Niederschläge im Moment, wo sie durch ein Alkali erzeugt werden, sondern dann, wenn sie mit einem Ueberschuß von Chlorwasserstoffsäure übergossen worden sind. Es ist auch noch zu bemerken, daß, wenn man das milchige und das klare Wasser zu gleichen Theilen mit einander vermischt, das Ganze durchsichtig wird. Es ist also in dem ersten Destillate ein Körper vorhanden, welcher zur Löslichkeit des ätherischen Oels beiträgt, und da dieß erste Destillat mehr von der besagten Cyanverbindung enthält, so ist sie es wahrscheinlich, welche diese Erscheinung bewirkt. Gewiß ist, daß das klare Wasser weit mehr Oel enthält als das darauf folgende milchige, so viel, daß man, bei dessen Rectification, fast die doppelte Menge des Oels bekommt *).

*) Die Verfasser rectificiren daher das ölhaltige Wasser in einem Kolben mit Helm; wegen der großen Flüchtigkeit des Oels findet sich der ganze Gehalt desselben schon in den ersten Unzen des Destillats.

Hr. Vogel empfiehlt die Anwendung von Barytwasser als Mittel, die Gewinnung des flüchtigen Bittermandelöls zu erleichtern. Vermuthlich ist er hiebei von der Vorstellung geleitet, als sey das destillirte Wasser der bitteren Mandeln sauer; allein es ist wichtig zu bemerken, daß man bei Anwendung von Alkalien die vorhin erwähnte Cyanverbindung entfernt, und daß alsdann das ätherische Oel nicht mehr alle seine ursprünglichen Eigenschaften besitzt, besonders hinsichtlich seiner Wirkung auf die thierische Oeconomie. Auch vermindert die Entfernung jener Cyanverbindung die Ausbeute an Oel. Es ist daher vortheilhafter, das von uns angegebene Verfahren zu befolgen. Indefs kann es unter gewissen Umständen nützlich seyn, das Oel über Alkalien zu rectificiren, besonders wenn man es wegen seines Aroma's benutzen will, weil dann seine Anwendung weniger gefährlich wird. Diese Bemerkung ist um so zeitgemäßer, als gegenwärtig eine große Menge des Oels zu diesem Zweck verbraucht wird.

Nachdem wir ein Verfahren aufgefunden hatten, das Oel vollkommen rein zu erhalten, setzten wir die Untersuchung desselben unter einem anderen Gesichtspunkte fort. Wir überzeugten uns zunächst, daß es im frischen Zustande vollkommen neutral ist. Besonders waren wir bemüht zu sehen, ob Benzoësäure fertig gebildet oder einer ihrer Bestandtheile in demselben enthalten sey. Wir glauben so glücklich gewesen zu seyn, einiges Licht auf diese interessante Frage geworfen zu haben, wie man aus den folgenden Versuchen erschen wird.

Am geeignetsten zur Erreichung unseres Zwecks schien uns die Bestimmung: Ob der starre Rückstand, der durch die Oxydation des Oels entsteht, mehr oder weniger als dieses wiege. Denn da, nach der Oxydation des Oels, nur Benzoësäure zurückbleibt, so können nur zwei Fälle eintreten: Entweder wird das Oel dabei gänzlich in Benzoësäure verwandelt, oder jene Oxydation setzt die Ben-

zoëssäure nur in Freiheit, indem sie den Körper, welcher diese Säure sättigte, in eine davongehende flüchtige Substanz, umändert.

Dieser Versuch, welcher so einfach erscheint, bietet indess wegen der Flüchtigkeit des Oels und der entstehenden Säure große Schwierigkeiten dar. Denn allemal, wenn man das Bittermandelöl in verschlossenen Gefässen mit Luft oder Sauerstoffgas in Berührung setzt, sieht man die Wände sich inwendig mit kleinen Krystallen von Benzoessäure bekleiden, die theils einzeln mit ihren Enden aufsitzen, theils eine Rinde bilden, die man nicht ohne beträchtlichen Verlust ablösen kann. Es ist demnach unmöglich, den Resultaten, welche man auf diese Weise erhält, Glauben beizumessen. Wir haben indess diesem großen Uebelstande meistens dadurch abgeholfen, daß wir das Oel in ein Fläschchen mit plattem Boden und sehr langem engen Halse brachten, und es mit diesem, nachdem es genau gewogen worden war, unter eine mit Quecksilber gesperrten und mit Sauerstoffgas gefüllten Glocke brachten. Bei diesem Verfahren erhielten wir nur eine geringe Gewichtsvermehrung; allein wir haben auch diesen Versuch nur ein einziges Mal angestellt, und wagen nicht für seine Genauigkeit einzustehen.

Wenig befriedigt durch dieses Resultat, nahmen wir unsere Zuflucht zu trockenem Chlor in dem Gedanken, daß, wenn die Säure fertig gebildet vorhanden sey, sie wahrscheinlich durch einen Kohlenwasserstoff gesättigt werde, und daß wir dann Chlorkohlenwasserstoff erhalten und die Benzoessäure abgeschieden bekommen würden. Wir setzten demnach einen Apparat zusammen, um einen Strom von trockenem Chlor über die Oberfläche einer gewissen Menge Oels hinwegzuleiten, das mehrere Tage in einem trocknen Vacuo gestanden hatte. Wir glaubten anfangs, daß die Vorgänge unseren Voraussetzungen entsprächen, weil wir bald auf dem Boden des Oels eine Menge prismatischer Krystalle entstehen sahen, wel-

che sich während der ganzen Dauer der mehr als nöthig verlängerten Operation erhielten. Wir hielten diese Krystalle für Benzoësäure, sahen aber, nachdem der Versuch beendigt und der Apparat aus einander genommen war, bald unsern Irrthum ein. Die Flüssigkeit, welche oben schwamm und citronfarbig war, stiefs an der Luft sehr stechende, die Augen stark angreifende Dämpfe aus, deren Geruch an den der Verbindungen von Chlor und Cyanwasserstoffsäure erinnerte. Diese Flüssigkeit verband sich leicht mit Wasser, und, als man dies Gemisch der Destillation unterwarf, entwickelte sich viele Salzsäure und beim Erkalten schlugen sich schöne Krystalllamellen nieder, in laugen Federbüscheln geordnet, welche alle von der Oberfläche der Flüssigkeit ausgingen und sich gegen den Boden hin entfalteten. Diese Krystalle, auf ein Filtrum gebracht, darauf in Wasser gelöst und gehörig gereinigt, schienen uns alle Kennzeichen der durch Oxydation des Oels entstehenden Säure zu besitzen.

Eine Untersuchung der Krystalle, die sich während der Hinüberleitung des Chlors gebildet hatten, überzeugte uns andererseits, dafs sie keine Aehnlichkeit mit der Benzoësäure besaßen. Denn als diese Krystalle zwischen mehreren Lagen Josephpapiers ausgedrückt worden waren, verbreiteten sie einen eigenthümlichen und angenehmen Geruch. In Wasser, selbst in siedendem, waren sie nicht merkbar löslich; dagegen lösten sie sich in heifsem Alkohol fast in allen Verhältnissen, und beim Erkalten setzten sich daraus wieder prismatische, ziemlich voluminöse, matt weisse Krystalle ab, die fast keinen Geruch und Geschmack besaßen, in gelinder Wärme wie Oel flüssig wurden, sich dabei nicht verflüchtigten, auf glühende Kohlen geschüttet aber einen starken Hagedorngeruch ausstiefsen. Diese Krystalle waren vollkommen neutral und hatten einige Aehnlichkeit mit denen, welche sich bei Einwirkung von Aetzkali auf das ätherische Bittermandelöl bilden. Wir bekennen indess, dafs wir unsere Untersu-

chungen in dieser Beziehung nicht sehr weit getrieben haben.

Dieser Versuch scheint uns wohl geeignet, zu beweisen, daß die Benzoësäure nicht im Bittermandelöl präexistirt, und sie also ein Product der Oxydation desselben ist. Unseres Erachtens würde man demnach in dem Bittermandelöl gewissermaßen das Radical der Benzoësäure haben. Diese Ansicht stimmt ganz überein mit der Meinung, die einer von uns vor längerer Zeit über die Aether der zweiten Gattung ausgesprochen hat, nämlich, daß in diesen Verbindungen die Säuren nicht fertig gebildet vorhanden seyen. Da es indess nicht unsere Absicht war, diese oder jene Meinung zu vertheidigen oder zu bestreiten, sondern nur die Wahrheit aufzufinden, so stellten wir neue Versuche an, um genauere Kenntnisse in dieser Beziehung zu erlangen. In der Hoffnung, daß die kaustischen Alkalien einige entscheidende Resultate geben könnten, stellten wir demnach den folgenden Versuch an, auf den wir alle nur mögliche Sorgfalt verwandten.

In ein Fläschchen, das etwa 60 Grm. Wasser faßte, schütteten wir 15 Grm. kaustisches Kali, füllten es darauf zu zwei Drittel mit Wasser, brachten, nachdem die Auflösung zu Stande gekommen und erkaltet war, 5 Grm. reinen Oels mittelst einer sehr kleinen Pipette hinein, und füllten endlich die Flasche ganz mit reinem Wasser. Da das Oel leichter als die Kalilauge, und schwerer als das Wasser war, so bildete es eine Schicht zwischen diesen beiden Flüssigkeiten, und das Wasser reichte in den Hals der Flasche, weil wir so viel von ihm hineingeschüttet hatten, daß die Luft gänzlich ausgetrieben worden war. Nun wurde der Stöpsel eingesetzt, welcher die nöthige Menge Wasser vertrieb, und, nachdem derselbe wohl befestigt war, das Ganze einige Minuten stark geschüttelt. Das Wasser und die Kalilauge vereinigten sich; allein nach der geringsten Ruhe begab sich das Oel wieder auf die Oberfläche. Um das Eindringen der Luft zu verhü-

ten, hielt man die Flasche, wenn man sie nicht schüttelte, umgekehrt und mit ihrem Hals in Wasser gesteckt. Nach zwei- bis dreitägiger Einwirkung bemerkte man kleine Krystallflitterchen, die in der unteren Flüssigkeit herumschwammen; beim Schütteln vereinigten sich diese Flitterchen wieder mit dem obenaufschwimmenden Oel; allein nach einigen Stunden bildeten sich neue, und nach Verlauf von 14 Tagen hatten sich diese Flitterchen so vermehrt, daß das Oel seine ganze Liquidität verlor. Diesen Versuch setzte man einen ganzen Monat lang fort, und an jedem Tage schüttelte man die Flasche oftmals, womit man nicht eher einhielt, als bis das gesammte Oel erstarrt war; erst mehrere Tage hernach wurde die Flasche geöffnet.

Nun wurde das Ganze auf ein Filtrum gebracht, und die durchgeflossene Flüssigkeit mit Chlorwasserstoffsäure gesättigt. Zu unserem großen Erstaunen entstand dabei nicht der geringste Niederschlag, und unsere Verwunderung stieg noch mehr, als wir sahen, daß die Krystallflitterchen, welche auf dem Filtrum geblieben waren, in dem zum Waschen aufgegossenen Wasser zergingen und mit demselben eine milchige Flüssigkeit bildeten. Der Destillation unterworfen, gab die milchige Flüssigkeit einige Tropfen eines fast geruchlosen ätherischen Oels.

Dieser letzte Versuch scheint uns den vorhergehenden zu bestätigen, denn wenn die Benzoësäure im Oel präexistirte, so sollte man doch denken, müßte sie sich im Kali gefunden haben, wie es der Fall ist, wenn man das Oel unter dem Zutritt der Luft mit demselben Agens behandelt, zwar nicht in so concentrirter Lösung, aber unterstützt durch Wärme. Man braucht das Bittermandelöl nur einige Augenblicke mit einer Kalilauge zu kochen, um sogleich beim Sättigen einen reichlichen Niederschlag von Benzoësäure zu erhalten.

Nachdem wir über diesen Punkt eine so große Ueberzeugung, als es diese Art von Untersuchungen zuläßt,

erhalten hatten, wollten wir auch sehen, ob nicht andere Oxydationsmittel, als die angewandten, eine gleiche Wirkung hervorbringen würden. Zu dem Ende behandelten wir einige Grammen Oel in der Wärme mit Salpetersäure von gewöhnlicher Concentration. Die Einwirkung war sehr lebhaft, und es fand eine starke Entwicklung salpetersaurer Dämpfe statt. Wir erhielten dabei eine der vorigen ähnliche Säure, welche, nach Reinigung, mehr als das halbe Gewicht des angewandten Oels betrug.

Alle diese Thatsachen stimmen wohl überein, und scheinen uns jeden Zweifel an der Nicht-Präexistenz der Benzoëssäure zu heben.

Bis so weit waren unsere Versuche gediehen, als wir Hrn. Liebig's *) Arbeit über den Harn der Grasfresser kennen lernten. Wir bemühten uns zu ermitteln, ob unsere Säure, da sie ebenfalls aus einer stickstoffhaltigen Substanz entstand, auch wohl Stickstoff enthielte. Wir fanden indess keine Spur von demselben, und überdiess müssen wir, ungeachtet aller Achtung vor den Meinungen des Hrn. Liebig, bekennen, daß uns nichts die Existenz seiner Hippursäure, als Körper *sui generis*, zu beweisen scheint. Wir haben im Laufe unserer Praxis so viele solcher von organischen Verbindungen dargebotenen Anomalien kennen gelernt, daß wir durchaus nicht zu glauben geneigt sind, die aus dem Harn der Grasfresser erhaltene Benzoëssäure habe sich durch Wirkung der Wärme gebildet. Wir bleiben vielmehr von der Präexistenz dieser Säure im Harn überzeugt, und glauben, daß die interessante Entdeckung von Fourcroy und Vauquelin ihren ganzen Werth behalte.

Hr. Liebig, nachdem er gefunden, daß, beim Erhitzen eines Gemenges von Schwefelsäure und Hippursäure, Benzoëssäure entstehe, schließt auf die Nicht-Präexistenz der Benzoëssäure in der Hippursäure. Wir bekennen, daß dieser Beweis uns nicht streng erschienen ist; denn, was

*) Man sehe diese Ann. Bd. 93. S. 389.

würde wohl geschehen, wenn der Benzoësäure eine leichter als sie zerstörbare organische Substanz beigemischt wäre, und man dieses Gemenge mit Schwefelsäure behandelte? Genau dasselbe, was mit der Hippursäure geschieht. Ueberdies ist zu vermuthen, daß Hr. Liebig selbst keine große Ueberzeugung in dieser Beziehung erlangt hat, weil er in dem folgenden Satze einräumt, daß man die Hippursäure als eine Verbindung von Benzoësäure mit einer unbekannten unorganischen Substanz betrachten könne, und darin sind wir ganz seiner Meinung. Wunderbar wäre es indess in der That, daß die Hippursäure durch drei so verschiedene Agentien, wie die Wärme, die Schwefelsäure und die Salpetersäure, in Benzoësäure verwandelt würde, wenn diese nicht schon prä-existirte. Die von Hrn. Liebig beigebrachten Belege scheinen uns demnach nicht hinlänglich, um unsere ersten Meister eines Irrthums zu beschuldigen, und ohne Zweifel wird er uns erlauben, deren Rechte so lange zu vertheidigen, bis neuere Versuche sich bestimmter über diese Frage aussprechen.

Amygdalin; seine Eigenschaften.

Nachdem wir uns durch alle uns zu Gebote stehenden Mittel überzeugt hatten, daß die Benzoësäure nicht fertig gebildet im Bittermandelöl vorhanden sey, brauchten wir dieselbe nicht mehr in den Mandeln selbst aufzusuchen, sondern nur zu sehen, ob wir nicht den Stoff, der etwa zur Bildung dieser Säure beiträgt, in denselben entdecken könnten. Da unter allen Producten, die wir aus den Mandeln gezogen hatten, keins so sehr unsere Aufmerksamkeit gefesselt hatte, als die vorhin erwähnte weiße und krystallinische Substanz, so wurden wir natürlich veranlaßt, sie näher zu untersuchen, und daraus entstanden einige Beobachtungen, welche uns Interesse zu verdienen scheinen.

Wir haben bereits gesagt, daß diese merkwürdige

Substanz einen anfangs süßen und hinterher bitteren Geschmack besitze, der vollkommen an den Geschmack der bitteren Mandeln erinnere. Dieser Geschmack findet sich auch in dem destillirten Wasser und dem ätherischen Oele der bitteren Mandeln. Es war demnach ziemlich wahrscheinlich, daß unsere krystallinische Substanz ebenfalls destillirbar sey; allein dennoch ist sie vollkommen geruchlos und ganz ohne Flüchtigkeit, sowohl für sich, als gemischt mit verschiedenen Agentien, die im Stande zu seyn scheinen ihr diese Eigenschaft zu ertheilen, wenn sie derselben fähig wäre.

Erhitzt man sie in einem Röhrchen, so schwellt sie auf, und haucht anfangs den Geruch von gebranntem Zucker aus, worin man indess, gegen das Ende, den des Hagedorns unterscheidet. Diese Substanz scheint uns an der Luft ganz unveränderlich zu seyn; sie widersteht der Einwirkung des Chlors, wenn beide trocken sind, wenigstens zeigt sich keine äußerliche Veränderung. Läßt man aber ein wenig Feuchtigkeit hinzutreten, so bemerkt man eine Art von Aufschwellung, und wenn man den Rückstand mit einer größeren Menge Wasser übergießt, so bleibt er darin unlöslich; das Ganze vereinigt sich zu einer weißen, trocknen, geruchlosen und wie Harz zerreiblichen Masse. Alkohol löst nichts von derselben.

Erwärmt man diese Substanz mit einer Lauge von kaustischem Kali, so entwickelt sich, wie bereits gesagt ein lebhafter Ammoniakgeruch, und die Flüssigkeit zeigt keine Spur von Blausäure. Es fällt beim Sättigen nichts nieder, und, wie uns schien, bildet sich bei dieser Reaction keine Säure. Indess wollen wir nicht ganz dafür einstehen; dagegen ist es gewiß, daß die Substanz Stickstoff enthält, denn, wie sehr man sie auch gereinigt habe, immer liefert sie unter den obigen Umständen Ammoniak.

Wirkung der Salpetersäure auf das Amygdalin.

Die Salpetersäure schien uns das einzige Agens zur Auffindung einer Beziehung zwischen dem Amygdalin und dem Bittermandelöl. Wirklich liefert jenes, wie dieses, in Folge dieser Behandlung eine Säure; die alle Kennzeichen der Benzoësäure besitzt; allein man bekommt sie in geringerer Menge und mit gröfserer Schwierigkeit, weil die Salpetersäure zuweilen eine so starke Wirkung ausübt, dafs sie die Benzoësäure, in dem Maafse als sie sich bildet, zerstört. Gewifs ist aber, dafs man, bei gehöriger Sorgfalt, beständig Benzoësäure erhält, die sich von der gewöhnlichen gar nicht unterscheidet.

Fafst man alle diese Angaben zusammen, so kann man nicht umhin, als sehr wahrscheinlich anzunehmen, dafs die besagte Substanz wirklich zur Bildung des ätherischen Oels beitrage; denn man mufs sich erinnern:

1) Dafs man, nach Fortnahme dieser Substanz, aus dem Rückstand keinen Geruch oder Geschmack mehr entwickeln kann.

2) Dafs die Benzoësäure weder in den Mandeln, noch in deren ätherischem Oele gebildet vorhanden ist.

3) Dafs das ätherische Oel sowohl wie unsere krystallinische Substanz, bei Behandlung mit Salpetersäure, Benzoësäure liefert.

Es bleibt nun noch zu wissen, auf welche Weise das Amygdalin zur Bildung des ätherischen Oels beitrage, wie es Geruch und Flüchtigkeit erhalte. Es giebt hier gewifs einen verborgenen Körper, welcher als gemeinschaftliches Bindemittel dient, und sich unseren Beobachtungen entzieht. Wir haben gesehen, dafs der Zutritt des Wassers unumgänglich ist; allein das ist noch nicht Alles, vielmehr steht zu vermuthen, dafs dieselbe Substanz, welche sich mit solcher Leichtigkeit und Schnelligkeit in Blausäure verwandelt, auch die ist, welche durch ihre Vereinigung den Geruch und die Flüchtigkeit hervorruft. Allein, welche Substanz ist es, die sich so

deutlich durch ihre Wirkungen kund giebt? Diefs zu entdecken, ist uns noch nicht möglich gewesen; allein Geschickteren oder Glücklicheren als wir wird es ohne Zweifel gelingen. Bis dahin begnügen wir uns gehörig nachzuweisen, dafs die Substanz, deren Eigenschaften wir so eben beschrieben haben, gänzlich verschieden von allen bisher bekannten ist.

Ihre Farbe, ihre Krystallgestalt und ihr süfser Geschmack veranlafsten uns, sie anfangs für Mannazucker zu halten, und wir wurden darin um so mehr bestärkt, als unter den Producten, die wir aus den bitteren Mandeln zogen, noch eine süfse Substanz aufgetreten war, die wir für den unkrystallinischen Zucker des vorgebliebenen Mannazuckers hielten. Allein beide Stoffe verhielten sich bei Behandlung mit Salpetersäure so ganz verschieden, dafs es nicht mehr möglich war, eine Abhängigkeit zwischen ihnen aufzufinden. Der unkrystallinische (Manna-) Zucker liefert eine grofse Menge Oxalsäure, während unsere Substanz nur Benzoësäure giebt. Sie verdient also wohl eine Stelle unter den eigenthümlichen Pflanzenstoffen einzunehmen. Wir wünschten sie mit einem Namen zu belegen, welcher an die sie enthaltende Mandelart erinnerte. Da indess die Botaniker nicht für gut fanden, einen Unterschied zwischen den Bäumen zu machen, welche die süfsen und die bitteren Mandeln liefern, so haben wir uns auf Annahme des Gattungsnamen beschränkt, und nennen diese Substanz daher *Amygdalin*.

Zusammensetzung des Amygdalins.

Da es nicht genug war, Stickstoff im Amygdalin aufgefunden zu haben, sondern auch erfordert wurde, das Verhältnifs desselben zu den übrigen Bestandtheilen zu bestimmen, so baten wir zwei unserer Kollegen und Freunde, die HH. Henry den Sohn und Plisson, welche sich seit langer Zeit mit Vervollkommnung der Elementar-Analyse

or-

organischer Substanzen beschäftigen, diesen Stoff zu analysiren. Folgendes sind ihre Resultate:

Kohlenstoff	58,5616	19 Atome
Wasserstoff	7,0857	28
Stickstoff	3,6288	1
Sauerstoff	30,7238	7
	<u>99,9999.</u>	

Wir waren um so mehr verwundert, ein solch geringes Verhältniß von Stickstoff zu finden, als die Menge des Ammoniaks, welches sich bei Einwirkung des kautischen Kali's auf diese Substanz bildet, weit mehr davon anzukündigen schien. Allein die Analyse gab bei mehrmaliger Wiederholung immer dieselben Resultate, und die große Geschicklichkeit, die unsere Kollegen in dieser Gattung von Versuchen erlangt haben, gestattet uns nicht, den geringsten Zweifel an ihrer Genauigkeit zu erheben. Dessen ungeachtet fragt es sich, ob die Analysirmethoden, trotz der Vervollkommnungen derselben, so sicher seyen, daß man sich auf sie verlassen könne, und ob der Stickstoff bekannt genug sey, um behaupten zu dürfen, daß er unter allen Umständen die ihn unterscheidbarmachenden Eigenschaften behalte; sehen wir ihn doch bei der Gährung verschwinden, ohne daß wir eine Spur von ihm auffinden können. Eine sonderbare Beobachtung, die hier noch eine Stelle verdient, ist die: daß wir bei der Bereitung der Benzoësäure manchmal von dem sich entwickelnden Geruch nach Blausäure überrascht wurden, besonders beim Oeffnen der Gefäße, in denen die Säure sublimirt wurde. Die Erscheinung zeigt sich nicht allemal, aber ziemlich häufig. Wenn man nun erwägt, daß die Benzoësäure, unter andern Umständen, aus stickstoffhaltigen Substanzen, wie z. B. aus der Hippursäure des Hrn. Liebig und dem ätherischen Oel der bitteren Mandeln und des Kirschlorbeers*) entsteht, möchte

*) Das Kirschlorbeeröl scheint von gleicher Natur mit dem Bitter-
Annal. d. Physik. B. 96. St. 3. J. 1830. St. 11.

es da nicht wahrscheinlich werden, daß die Benzoësäure selbst Stickstoff enthalte, und daß wir diesen nur deshalb darin nicht auffinden, weil uns die Mittel fehlen, sehr kleine Mengen desselben zu entdecken *). Uebrigens sind wir weit entfernt, einen größeren Werth auf diese Vermuthungen zu legen, als sie verdienen, und wir geben sie hier nur, um die Aufmerksamkeit Derer hierauf zu lenken, die sich mit dieser Gattung von Untersuchungen beschäftigen wollen.

S c h l u ß.

Alles zusammengefaßt, glauben wir Folgendes erwiesen zu haben:

1) Das flüchtige Oel der bitteren Mandeln präexistirt nicht in denselben, und das Wasser ist wesentlich zu seiner Bildung.

2) Die Benzoësäure präexistirt ebenfalls nicht in dem flüchtigen Oele, und der Sauerstoff ist wesentlich zu ihrem Auftreten.

3) Die bitteren Mandeln enthalten einen eigenthümlichen stickstoffhaltigen Stoff, der alleinig die Ursache ihrer Bitterkeit und ein Bestandtheil des ätherischen Oels zu seyn scheint.

mandelöl zu seyn, und hat gleiche Eigenschaften wie dieses. (Bekanntlich setzt auch das Zimmtöl mit der Zeit Benzoësäure ab. P.)

*) Bei aller Achtung vor dem Verdienste dieser Arbeit, glaube ich doch, trifft die Verfasser einigermaßen der Vorwurf, mehrere wesentliche Punkte ihrer Untersuchung nicht gehörig aufgeheilt zu haben, deren Ermittlung wohl von größerem Werth gewesen seyn würde, als manche ihrer zum Theil unfruchtbaren und nicht zum Gegenstande gehörigen Betrachtungen. So ist meiner Meinung nach die Frage, ob das ätherische Bittermandelöl wesentlich oder nur durch eine Beimengung von Blausäure Stickstoff enthalte, mit Unrecht gar nicht berührt, und eben so wenig findet man irgendwo eine bestimmte Angabe, ob sich durch die Oxydation des blausäurehaltigen Oels *nur* Benzoësäure bilde, und ob diese

XV. *Ueber ein neues Verfahren zur schnellen Darstellung ganz reiner Jodsäure, und über ein Mittel, die kleinste Menge irgend eines Pflanzenalkali's aus seiner weingeistigen Lösung niederzuschlagen; von Hrn. Serullas.*

(Auszug aus den *Ann. de chim. et de phys.* T. XLV. p. 59.)

Die Unlöslichkeit der Jodsäure in starkem Alkohol (man sehe Hrn. Serullas's Abhandlung im Bd. 94. S. 115. dieser Annalen) und die zersetzende Wirkung des Wassers auf das Chlorjod liefern ein Mittel, die Jodsäure direct aus dem Chlorjod zu erhalten. Uebergießt man nämlich befeuchtetes Chlorjod mit starkem Alkohol, so wird die durch Wasserzersetzung gebildete Chlorwasserstoffsäure gelöst, und die zugleich entstandene Jodsäure bleibt ungelöst zurück.

Damit der Versuch gut gelinge, muß man starres, wohl mit Chlor gesättigtes Chlorjod nehmen, dasselbe in eine Flasche bringen, die etwas Wasser, oder noch besser eine Lösung von Chlorjod, und eine gewisse Anzahl ziemlich grober Glasstücke enthält. Man verstöpselt darauf die Flasche und schüttelt das Ganze wohl um; dieß Schütteln geschieht, um das Chlorjod von dem ihm immer beigemengten Subchlorür zu trennen, wobei die Glas-

Säure auch aus dem blausäurefreien Oel entstehe. Es ist offenbar in dieser und in anderer Beziehung der Untersuchung noch ein großer Spielraum übrig gelassen, und darum um so mehr zu wünschen, daß sie von den Verfassern dieser Abhandlung oder einem andern Chemiker bald wieder aufgenommen und vervollständigt werde. — Die Idee, ein ätherisches Oel als Radical der Benzoësäure zu betrachten, gewinnt übrigens an Wahrscheinlichkeit durch Prof. Liebig's neuliche Analyse der Kamphersäure. (In diesem Bande S. 41.)

stücke den Zweck haben, das Chlorjod zu zertheilen, von und den Wänden des Gefäßes abzulösen. Man bringt dann das Ganze in eine Schale, gießt die Flüssigkeit vom Bodensatz ab, und wäscht denselben, unter sanftem Umrühren mit einem Glasstabe, zu wiederholten Malen mit Aether oder mit Alkohol von 38° bis 40° B. Der Bodensatz entfärbt sich fast augenblicklich, und die darüberstehende Flüssigkeit wird gelb. Man setzt die Waschung nun so lange fort, bis der Alkohol sich nicht mehr färbt, wo dann die Säure vollkommen rein als ein weißes, krystallinisches Pulver zurückbleibt, das nach dem Trocknen sich zwischen den Fingern wie feiner Sand anfühlt. Uebrigens kann man die Jodsäure nochmals auflösen, filtriren und auf die früher angegebene Weise (Bd. 94. S. 115.), d. h. unter Vermischung mit Schwefelsäure, zur Krystallisation bringen *).

Da das Subchlorür des Jods löslicher ist als das Chlorür, so kann man dieses fast gänzlich, bis auf eine schwache zeisiggelbe Farbe, von ersterem befreien, wenn man es mit einer sehr geringen Menge einer Lösung von farblosem Chlorjod wäscht, welches viel vom Subchlorür zu lösen im Stande ist. In diesem Falle wird man wahrscheinlich aus der Entfärbung schliessen können, daß der bereits gebildete Niederschlag größtentheils Jodsäure ist. Für die Umwandlung des Chlorjods in Chlorwasserstoffsäure und Jodsäure ist es übrigens gut, demselben so viel wie möglich das Subchlorür zu entziehen, da dieses nicht nur keine Jodsäure liefert, sondern auch eine eigenthümliche und für die Operation schädliche Wirkung auf den Alkohol auszuüben scheint.

Es ist demnach gegenwärtig wohl erwiesen, daß das

*) Da schwerlich ein Jeder Chlorjod vorrätig hält, so wäre wohl zu versuchen, ob man die Darstellung der Jodsäure nicht dadurch vereinfachen könnte, daß man Jod in Alkohol von zweckmäßiger Stärke löste und Chlorgas hineinleitete. P.

Chlorjod nicht als solches in Wasser gelöst enthalten seyn kann, sondern, dafs es von diesem in Chlorwasserstoffsäure und Jodsäure zerlegt wird. Starres Chlorjod, welches völlig mit Chlor gesättigt, d. h. lange Zeit in grofsen mit Chlorgas gefüllten Flaschen aufbewahrt worden ist, läfst sogar, bei Uebergiefsung mit einer gesättigten Lösung von Chlorjod, Jodsäure fallen, obgleich man diese, wegen ihrer grofsen Löslichkeit in Wasser, nur dann gänzlich erhält, wenn man starken Alkohol hinzusetzt, der sich des etwa vorhandenen Sub-Chlortürs und der gebildeten Chlorwasserstoffsäure bemächtigt.

Die Abscheidung der Jodsäure im genannten Fall entkräftet den Einwurf, als bedinge der Alkohol die Zersetzung des Wassers.

Die genaue Kenntnifs, welche wir von der Wirkung des Chlorjods auf das Wasser haben, gestattet eine sichere Erklärung der Erscheinungen, zu welchen die Lösung desselben bei Berührung mit anderen Körpern Anlaß giebt.

Schüttelt man Silberoxyd mit einer alkoholischen Lösung von Jod, so erhält man Jodsilber und jodsaures Silberoxyd, welche zwar beide unlöslich sind, durch Ammoniak, welches das letztere löst, aber leicht getrennt werden können. Auf gleiche Weise entstehen, mit einer Chlorklösung, Chlorsilber und chlorsaures Silber, welches letztere in Lösung bleibt.

Schüttelt man eine Lösung von Chlorjod mit Silberoxyd, so erhält man Chlorsilber und freie Jodsäure. Man kann in der Flüssigkeit einen kleinen Ueberschuß beider Säuren lassen, welche sich dann beim Abdampfen als Chlorjod verflüchtigen.

Um den Punkt aufzufinden, wo man mit dem Zusetzen des Oxyds einhalten mufs, filtrire man von Zeit zu Zeit kleine Portionen der Flüssigkeit ab und verdampfe sie zur Trockne. Die Intensität der Farbe zeigt dann, wie viel Chlorjod noch darin geblieben ist. Man setzt dann bis zum zweckmäfsigen Punkte Silberoxyd hinzu,

und kann denselben sogar ein wenig überschreiten, da das entstehende jodsaure Silberoxyd unlöslich ist.

Hier wird also aus dem Wasserstoff der Chlorwasserstoffsäure und dem Sauerstoff des Oxyds Wasser gebildet, das Chlorsilber fällt nieder und die Jodsäure bleibt in der Flüssigkeit. Zur Zeit, als man die Jodsäure nur mit Schwierigkeit aus dem Chloroxyd darzustellen wußte, hätte man sie selbst auf diese Weise bereiten können, da die hiedurch erhaltene Jodsäure rein ist.

Legt man dünne Silberblättchen in eine Lösung von Chlorjod, so bilden sich augenblicklich Chlor- und Jodsilber, welche durch Ammoniak zu trennen sind. Die doppelte Tendenz des Chlors und des Jods zur Vereinigung mit dem Silber und des Sauerstoffs der einen Säure zur Verbindung mit dem Wasserstoff der andern bedingt hier die Bildung des Chlor- und Jodsilbers.

Fällung der Pflanzenalkalien durch Jodsäure.

In meiner Abhandlung über die jodsauren und chlor-sauren Pflanzenbasen *) habe ich angegeben, sagt Hr. S., daß, wenn man gelöste Jodsäure in eine etwas concentrirte wäßrige Lösung neutraler jodsaurer Pflanzenbasen oder anderer Salze dieser Alkalien schüttet, ein reichlicher Niederschlag von einem sehr sauren jodsauren Salze entsteht.

Diese merkwürdige Schwerlöslichkeit der sauren jodsauren Pflanzenbasen schien mir sehr geeignet, diese Alkalien in ihren Lösungen, besonders den alkoholischen, zu entdecken, was auch wirklich der Fall ist. Statt der Jodsäure kann man sich auch des Chlorjods bedienen, denn die Lösung desselben unterscheidet sich von der ersten nur durch die Beimengung von Chlorwasserstoffsäure, und diese ist nicht hinderlich, da die Jodsäure die Pflanzenbasen aus ihren Verbindungen mit anderen Säuren

*) Man wird diese Abhandlung im nächsten Hefte der *Annalen* finden. P.

ren, als Schwefel-, Salpeter-, Chlor- und Chlorwasserstoffsäure, austreibt.

Die Wirkung der Chlorjod-Lösung auf die mit Säuren verbundenen Pflanzenbasen ist ein klarer Beweis, daß diese Lösung nur ein Gemenge von Jodsäure und Chlorwasserstoffsäure ist, da man nicht annehmen kann, daß ein neutrales Pflanzenbasen-Salz die Zersetzung des Wassers bedinge.

Die Empfindlichkeit der Jodsäure als Reagenz auf die Pflanzenbasen ist sehr groß, und diese Säure gehört in dieser Beziehung zu den genauesten Reagenzen, welche die Chemie aufzuweisen hat. Sie giebt noch mit einem Hundertel eines Grans von Chinin oder Cinchonin schnell einen Niederschlag, den man bald sammeln kann, selbst wenn die Gewichtsmenge des Alkohols mehrere tausend Mal größer ist als die des Pflanzenalkali's.

Die Jodsäure muß in ziemlich vielem Wasser gelöst werden, damit sie für sich den Alkohol nicht trübe, was übrigens nicht geschieht, wenn man eine Lösung von Chlorjod zu diesen Versuchen anwendet.

Die Empfindlichkeit ist nicht für alle Pflanzenbasen gleich groß; die geringste Menge von allen ist ein Fünftel eines Grans. Auch ist die Jodsäure ein empfindlicheres Reagenz für die Pflanzenbasen, als diese für jene, weil die Säure in Ueberschuß da seyn muß, wenn eine unlösliche Verbindung entstehen soll; das neutrale jodsaure Salz, welches sich anfänglich bildet, ist immer mehr oder weniger löslich. Dennoch ist die Jodsäure für die Pflanzenbasen, besonders für das Chinin und Cinchonin, ein eben so empfindliches Reagenz wie die Schwefelsäure für den Baryt.

Die sauren jodsauren Pflanzenbasen, auf deren Schwerlöslichkeit jene Reaction beruht, lassen sich nicht krystallisirt darstellen, und es ist noch ungewiß, ob sie die überschüssige Säure, deren Menge übrigens sehr groß seyn muß, in einem bestimmten Verhältnisse enthalten.

Die Jodsäure löst sich nicht in Alkohol; allein wenn sie sich schon in einer beträchtlichen Menge Wasser gelöst befindet, wird sie vom Alkohol nur sehr langsam, nach langer Ruhe und nur theilweise gefällt. Bei Gegenwart einer Pflanzenbase in dem Alkohol geschieht aber die Fällung plötzlich.

Das Morphin übt eine zersetzende Wirkung auf die Jodsäure aus, und dieß giebt ein Mittel ab, dasselbe in sehr geringer Menge zu erkennen *). Die beiden Chlorüre von Jod, in Wasser gelöst, wirken auch auf dasselbe; allein die Wirkung muß verschieden seyn, weil die eine dieser Lösungen Jodsäure enthält, und die andere nicht.

Ich hoffe, sagt Hr. Serullas, die Jodsäure oder die Lösung des Chlorjods zu einem Prüfmittel der Chinarinden machen zu können.

Darauf zu achten ist noch, daß das Jod, welches man zur Bereitung des Chlorjods anwendet, rein sey, weil die salzigen Stoffe, welche das käufliche Jod enthält, mit in das Chlorjod und folglich auch in die Jodsäure übergehen. Auch enthält der Alkohol, der gewöhnlich über Aetzkalk rectificirt worden ist, Spuren von letzterem. Um beide Einmengungen zu vermeiden, die mich, sagt Hr. S., anfänglich, ehe ich ihre Abkunft kannte, zu Irrthümern verleiteten, habe ich das Jod durch Wasser aus seiner alkoholischen Lösung gefällt, und den Alkohol mit einigen Tropfen Schwefelsäure nochmals destillirt.

Zu erinnern ist endlich auch, daß die Niederschläge, welche aus der Verbindung der Jodsäure mit Pflanzenbasen in alkoholischen Lösungen entstehen, sich, im trocknen Zustande, mit Explosion zersetzen, wenn man sie auf Papier nur bis 115 oder 120° C. erhitzt, und daß sie bei Erhitzung in einem Glasrohr eine starke Detonation geben.

*) Man sehe die Abhandlung von Serullas im Bd. 94. S. 119. dieser Annalen.

Z u s a t z.

Hr. Serullas schickt diesem Aufsatze eine Einleitung voraus, mit der er hauptsächlich die Absicht zu haben scheint, einige Beobachtungen über das Chlorjod für sich zu vindiciren, die Hr. Dumas in einer kürzlich bekannt gemachten Notiz (*Annal. de chim. et de phys. T. XLIV. p. 263.*) als die seinigen in Anspruch genommen hat. Sie beziehen sich der Hauptsache nach auf die Frage, ob das Chlorjod unzersetzt oder in Jod- und Chlorwasserstoffsäure zerfällt vom Wasser gelöst werde und es ist wohl überflüssig, sie hier zu wiederholen, da man sie fast sämmtlich in den früheren Bänden der Annalen mitgetheilt findet (Bd. 90. S. 458., Bd. 94. S. 97. und S. 116.).

Hr. Dumas behandelt dieselbe Frage aus einem allgemeineren Gesichtspunkt, indem er sie auf die gesammten Chlorüre ausdehnt und dabei die Triftigkeit der Gründe untersucht, vermöge welcher mehrere Chemiker die in Wasser gelösten Chlorüre als chlorwasserstoffsäure Salze ansehen. Diese Gründe beruhen, nach Hrn. Dumas, erstlich auf der unzweifelhaften Existenz des chlorwasserstoffsäuren Ammoniak, zweitens auf der Verschiedenheit der Farbe der Chlorüre im trocknen und gelösten Zustande, so wie deren Gleichheit im letzteren Fall mit der der entsprechenden Sauerstoffsalze, endlich auf der offenbaren Zersetzung einiger Chlorüre, wie das des Magniums, Aluminiums, Wisnuths und Antimons.

Die erste Thatsache beweist, nach Hrn. D., nichts, da das Ammoniak wegen seiner eigenthümlichen Natur nicht mit den Oxyden verglichen werden kann. Die Farbenerscheinungen, aus denen namentlich Hr. Chevreul auf eine Zersetzung der Chlorüre in Wasser geschlossen hat, sind uns hinsichtlich ihrer Ursachen noch zu unbekannt, als daß von ihnen ein Argument hergenommen werden könne. Und was endlich die sichtliche Zersetzung gewisser Chlorüre betrifft, so lasse sich, meint Hr. Dumas,

dagegen einwenden, daß nicht das Wasser an sich, sondern die bei der Einwirkung entwickelte Wärme die Ursache der Zersetzung sey, zumal das Chlorwismuth und das Chlorantimon bei langsamer Anziehung von Feuchtigkeit nicht auf das Wasser zu wirken scheinen, vielmehr mit ihm eine klare Flüssigkeit geben.

Die von Hrn. Serullas beobachtete Abscheidung des Chlorjods aus seiner Auflösung in Wasser, oder aus einem Gemisch von Jodsäure und Chlorwasserstoffsäure durch einen Zusatz von Schwefelsäure (dies. Ann. Bd. 94. S. 116.), sieht Hr. Dumas gleichfalls nicht als entscheidend an, da man eben sowohl sagen könne, die Schwefelsäure habe sich des vorhandenen Wassers bemächtigt, als sie habe dasselbe erst gebildet. Uebrigens verhält sich, wie Hr. Dumas bemerkt, die Schwefelsäure gegen eine Auflösung von Chlorarsenik oder eine Mischung von Chlorwasserstoffsäure und arseniger Säure gerade eben so wie gegen das Chlorjod, und auf derselben Einwirkung der Schwefelsäure beruht nach ihm die Bereitung des Chrom- und Manganhyperchlorids.

Abgerechnet einige besondere Fälle, über welche Jedermann einig ist, fährt Hr. Dumas fort, beweist nichts, wenn ich mich nicht täusche, daß die Chlorüre vom Wasser zersetzt werden. Viele Chemiker nehmen gegenwärtig an, daß sie sich unzersetzt lösen; allein ihre Meinung beruht auf den von mir angegebenen oder auf ähnlichen Gründen. Verwerfen sie die chlorwasserstoffsäuren Salze, so geschieht es, weil deren Existenz weder erwiesen noch nothwendig ist, und nicht weil sie zu deren Verwerfung positive Schlüsse geltend zu machen haben.

Es scheint mir indess, als liefse sich dennoch die Frage entscheiden, und es sind besonders die Reactionen der beiden Chlorüre von Jod, auf die ich mich dabei stützen will.

Löst man das Subchlorür von Jod in Wasser, so

erhält man bekanntlich eine braunrothe, sehr dunkle Flüssigkeit. Schüttelt man diese Lösung mit dem Drittel oder Viertel ihres Volumens an Schwefeläther, so entfärbt sich das Wasser augenblicklich, und der Aether nimmt eine sehr intensiv rothe Farbe an. Dampft man den Aether ab, so bleibt das Subchlorür mit allen seinen gewöhnlichen Eigenschaften zurück *).

Ich ziehe aus diesem Versuch den Schluss, der mir als der natürlichste erscheint. Ich kann nicht wohl glauben, daß das Wasser von dem Subchlorür zersetzt werde, denn dann müßte man annehmen, daß dasselbe durch den Einfluß des Aethers wieder hergestellt werde, da dieser das Subchlorür dem Wasser entzieht. *Das Subchlorür des Jods zersetzt also das Wasser nicht.*

Das gewöhnliche Chlorjod wird unter gleichen Umständen nicht vom Aether aus seiner wässrigen Lösung aufgenommen. Ich folgere daraus, *daß das Wasser vom Chlorjod zersetzt wird.*

Man weiß seit langer Zeit, daß der Aether dem Wasser das Chlorgold, das Chlorplatin, den Aetzsublimat, das Chlöreisen u. s. w. entzieht. Ist der Satz, von dem ich ausgehe, richtig, so muß man daraus schließen, daß diese Chloride das Wasser nicht zersetzen.

Durch Nachdenken über diese Resultate bin ich dahin geführt, den Satz aufzustellen, daß die Chloride, so wie die ähnlichen zweizähligen Verbindungen, das Wasser zersetzen, sobald aus dieser Zersetzung zwei Verbindungen entstehen, die sich nicht mit einander verbinden. Wenn sich demnach zwei Säuren oder zwei Basen bilden, findet eine Wasserzersetzung statt. Entsteht dagegen eine Base und eine Säure, so scheint mir im Allgemeinen keine Wasserzersetzung einzutreten.

Uebrigens verwandeln sich die Chlorüre, welche das Wasser zersetzen, zuweilen in Producte, die, indem sie

*) Deshalb hielt Hr. D. früher das Brom für dieses Chlorjod (Ann. Bd. 84. S. 474.).

die Elemente des Wassers verdichten, die Zersetzung zu beschränken im Stande sind. Man kann demnach gemischte Lösungen erhalten, in denen ein Theil des Chlorids unverändert, und ein anderer Theil in Sauer- und Wasserstoffsäure verwandelt enthalten ist.

Da wir ein Mittel haben, den Fall zu erkennen, wo das Wasser zersetzt wird und wo nicht, so wird es möglich eine Skale zu entwerfen, die diese Eigenschaft für die verschiedenen Chlorüren genau angiebt. Es braucht dazu nur ausgemittelt zu werden, welchen Dichtigkeitsgrad die Schwefelsäure haben müsse, damit die Zersetzung nicht mehr eintrete.

Ich beschäftige mich mit dieser Arbeit. Zur Vervollständigung derselben muß ich indess erst sorgfältig den Siedepunkt, den Säuregehalt und die Dichtigkeit der Schwefelsäure bei verschiedenen Verdünnungsgraden bestimmen.

XVI. *Die Lagerstätte der Diamanten. Untersuchung von Moritz von Engelhardt.*

(Eine für sich zu Riga erschienene Abhandlung, von der wir den geognostischen Theil ganz, den chemischen aber, der vom Hrn. Prof. Göbel bearbeitet ist, in seinen Hauptresultaten mitzutheilen uns erlauben. P.)

Man hatte den Ural und die Gebirge Brasiliens, ihres Goldreichthums wegen, bereits mit einander verglichen, als (1823) in ersterem Platin entdeckt, und dadurch die Vermuthung, auch Diamanten möchten sich im Ural finden, angeregt wurde. Dafs man besondere Nachsuchungen deshalb angestellt, bezweifele ich; denn dazu fehlten die leitenden Merkmale. Weder in Ostindien noch in Brasilien war die ursprüngliche Lagerstätte aufgefunden worden. Hr. v. Eschwege, der sich um die Geognosie des letztgenannten Landes Verdienste erwarb, sagt ausdrück-

lich *), es sey noch zu untersuchen, ob die Diamanten dem Itacolumit, dem Thonschiefer, Eisenglimmerschiefer oder Itaberit »ihre Entstehung zu verdanken hätten.« Indessen giebt derselbe Naturforscher an **), daß alle Flüsse, die in Brasilien Diamanten führen, aus Itacolumit kommen, daß die Serra do S. Antonio, die aus dieser Felsart besteht, »auf ihrem Rücken Diamanten trägt,« wohin sie durch Anschwemmung nicht gelangen konnten; — also läßt sich wohl annehmen, daß der Itacolumit selbst, oder ein ihm untergeordnetes Lager, vielleicht der Brauneisenstein, in dessen Trümmern kleine Diamanten eingesprengt gefunden wurden, deren Muttergestein ist. Bis letzteres ausgemittelt worden, ist das Vorkommen in Brauneisenstein nicht unwichtig. Wie er in mehreren Gebirgen deren Gehalt an Gold bestimmt, so daß es mit ihm erscheint, zunimmt und schwindet, eben so bestimmt der Brauneisenstein in Brasilien auch die Frequenz der Diamanten ***), die wieder nie ohne Gold oder Platin gefunden werden; sollte also nicht eine geognostische Verwandtschaft zwischen diesen Mineralien bestehen? Diese Betrachtung war es, die mich im Jahre 1826 †) zu der Erklärung bewog, daß die Gegend von Nishnei-Tura, wo der Gold- und Platin-Sand Brauneisenstein enthält, zu erfolgreichen Nachsuchungen nach Diamanten besonders geeignet scheine. Itacolumit sah ich dort nicht, hatte ihn aber früher auf der Westseite des Süd-Ural gefunden; jedoch ohne den Sand näher untersuchen zu können. Das geschah, im Jahre 1828, durch die HH. von Helmersen und Hofmann, als sie, in Auftrag des Hrn.

*) Geognostisches Gemälde von Brasilien, und wahrscheinliches Muttergestein der Diamanten; von W. v. Eschwege. Weimar 1822, S. 37.

**) A. a. O. S. 38.

***) A. a. O. S. 42.

†) *Journal de St. Petersbourg*, 1826, No. 118.

Finanzministers von Cancrin, den Süd-Ural bereisten. Ihre Wäschen lieferten ihnen aber keine Diamanten, und so blieb es immer noch ungewiß, ob das Gebirge diese enthalte, oder nicht. Einige Aeußerungen des Hrn. Baron von Humboldt, den ich auf seiner Reise zum Ural, im Frühlinge 1829, in Dorpat zu sprechen das Vergnügen hatte, bestärkten mich indeß in meinen Erwartungen, und wirklich sollten diese schon in demselben Jahre in Erfüllung gehen. Während Baron von Humboldt die Ostseite des Ural besichtigte, und dem Altai zueilte, entdeckte man im Julius 1829 auf der Westseite des Ural, in den gräflich Schuwalow'schen Goldwäschen zu Krestowosdwishenski, zufällig den ersten Diamanten. Er war beim Waschen des Goldsandcs, nebst anderen Steinchen, unerkant aufgclesen, und von Hrn. Schmidt, einem jungen Mineralogen aus Mohs's Freiburger Schule, beim Antritt seines Amtes, als Director jener Goldwäschen, aus dem Gemengsel heraus gefunden worden. Die Kenntniß der Felsbeschaffenheit des Fundortes war nun von großem Interesse. Baron von Humboldt sah ihn nicht; ihn mochte, bei seiner Rückreise vom Irtsch, die bereits vorgerückte, und zu geognostischen Untersuchungen im Norden des Ural wenig geeignete, Jahreszeit gehindert haben. Durch Hrn. Schmidt erhielten wir keine nähere Nachricht über die Art des Vorkommens der Diamanten in seinem Bezirk; also entschloß ich mich im Frühlinge dieses Jahres (1830) zu einer nochmaligen Reise in den Ural, und gebe nun hier die Resultate meiner, durch Hrn. Schmidt's gefällige Mittheilungen mir sehr erleichterten, Untersuchung.

Die Goldwäschen zu Krestowosdwishenski liegen westlich von der Kron-Eisenhütte Kuschwa, südwestlich von Nishnei-Tura, auf der Westseite des Gebirges, etwa vier Werst von seinem Rücken entfernt. Dieser streicht nach

N. W., und sendet, mit mehreren Bächen, die Koiwa aus, die, nach langem südwestlichen Lauf, in die Tschiusowaja, einen Seitenfluß der Kama, fällt. Unter den Quellbächen der Koiwa ist die Poludenka mit der Nebenschlucht Adolphskoi vor allen wichtig; denn sie lieferten, aufser Gold und Platin, auch die ersten Diamanten des Ural.

Die Gegend hat in ihrer Felsbeschaffenheit, und in der Art, wie sich der Edelstein findet, neben manchen Abweichungen, viel mit den Diamant-Districten Brasiliens gemein. Ihre Vergleichung führt vielleicht zur Beantwortung der Frage nach der ursprünglichen Lagerstätte der Diamanten; deshalb mag hier Hrn. von Eschwege's Beschreibung, im Auszuge, meinen Beobachtungen zur Seite stehen.

Herrschende Felsart im Gebiet der Diamanten, in Brasilien. im Ural.

Itacolumit.

Quarziger Chlorit-Talkschiefer oder Itacolumit.

G e s t e i n.

Wesentliche Bestandtheile:
Quarz, Talk oder Chlorit, in groß-, klein- oder feinkörnig-schiefrigem Gefüge, mit einander vereinigt.

a) Dichter oder körniger Quarz mit eingesprengten Talk- oder Chlorit-Schüppchen.

b) Quarz mit Talk- oder Chlorit-Blättchen, in faserigem Gefüge.

c) Talk oder Chlorit mit Quarz, in schiefrigem Gefüge.

Häufiger Wechsel der drei Gesteinabänderungen, die in ihren Extremen in Quarzfels, in silberweißen Talkschiefer oder bläulichgrünen Chloritschiefer übergehen.

F e l s g e f ü g e.

Schiefrig, in mächtigen Massen oder in Platten, von einem Fuß bis zu einer Linie Dicke. Die dünnen Scheiben liefern den

Quarzfels und Gestein *a*, in Bänken; die übrigen Gesteinabänderungen bilden vollkommen schiefrige Felsen.

Brasilien.

sogenannten Gelenk-Quarz oder biegsamen Quarz.

Ural.

Beigemengte Theile.

Kleine Eisenglanz- (Magnet-eisen-) Octaëder, Schwefelkies, Eisenglimmer, Glimmer, erdiger Schwefel auf den Ablösungsflächen.

Magneteisen, Eisenkies, Glimmer, vielleicht auch Eisenglimmer, da Rotheisenstein, der in Eisenglimmer übergeht, Lager bildet. Erdiger Schwefel wurde nicht gefunden.

Felsstellung und Lagerung.

Stark geneigte Felsen, weite Verbreitung, Wechsel mit Thonschiefer, der den Itacolumit von den ersten Urbildungen: Granit, Gneus, Glimmerschiefer und Syenit trennt. Gleichförmige Lagerung des Itacolumit mit Eisenglimmerschiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer, Itaberit und Urkalk.

Meist aufrechte Schichten. Streichen von N. nach S., mit westlichen und östlichen Abweichungen. Itacolumit setzt den Gebirgsrücken zusammen, grenzt östlich zunächst an Hornblendgesteine mit Gabbro und Magneteisen (Schmidt), weiter östlich an die Porphyre von Kuschwa und Turinsk. Auf der Westseite grenzt der Itacolumit an Kalkstein (graulichweißen Marmor), und dieser an Quarzfels, der den Westabfall des Gebirges umsäumt, und die Grenze zwischen Grund- und Decken-Felsen (hier rother Sandstein) bildet. Der Kalk enthält einige Encriniten und andere undeutliche Petrefacten; er wechselt mit Itacolumit und Quarzfels. Sie gehören also, nebst dem Kalk, zur Uebergangsformation.

Uebergänge.

Der Itacolumit geht über in Thonschiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer, Eisenglimmerschiefer und dichten Eisenglanz.

In Glimmerschiefer, stellenweise in Wetzschiefer, schiefrigen Grünstein und körnigen grauackartigen Grünstein, Talkschiefer, Chloritschiefer und Quarzfels.

Un-

*Brasilien.**Ural.*

Untergeordnete Lager.

In dem Itacolumit, auch zwischen ihm und dem Thonschiefer, finden sich goldhaltige Lager, aus Quarz und schwarzem Schörlgestein bestehend. Es enthält Arsenikkies beigemengt. Die schwarze Substanz ist zum Theil zerreiblich und erhärtet an der Luft, zum Theil ist sie fest, und die Zusammenhäufung von Schörlkrystallen, wie am Schörlgestein auf den Zinnstein-Gängen Sachsens, erkennbar.

1) Rotheisenstein im Itacolumit und zwischen ihm und Kalkstein.

2) Silberweißer Talkschiefer.

3) Kalkstein, hellgrau oder graulichweiß und feinkörnig, mit beigemengten Quarzkörnchen und silberweißen Talkschüppchen. Durch Zunahme des Talks und Quarzes geht das Lager in Talkschiefer über. Das Gestein enthält Würfel, Kugeln und rundliche Körner von Brauneisenstein, der aus der Umwandlung des Eiskieses hervorging.

4) Dolomit, schwarz, stellenweise zerreiblich und abfärbend, stellenweise salinisch feinkörnig. Adern von weißem Bitterspath durchziehen (gleich den weißen Quarzadern des Lydischen Steins) die schwarze Dolomitmasse; die Adern erweitern sich zu Drusenhöhlen, die mit Bitterspath-Rhomboëdern von hellgrauer Farbe, und mit wasserhellen Bergkrystallen besetzt sind. Derber Bergkrystall bildet entweder die Basis der aufgewachsenen, hexagonalen Prismen, die mit ihren Zuspitzungen in die Höhlungen hineinragen; oder er füllt, stänglich abgesondert, die Klüfte des Dolomit, und rundum (an beiden Enden) auskrystallisirte Prismen liegen in den Zwischenräumen; oder die derbe Masse läuft gegen die Drusenhöhlung in rhomboëdrischen Quarz aus. Wird der umgebende Dolomit durch Säuren aufge-

Brasilien.

Goldhaltige Quarzgänge, die Arsenikkies, Schwefelkies und Antimonium führen, durchsetzen den Itacolumit.

Ural.

löst, so erscheinen unregelmäßige Quarzgerippe.

Der schwarze Dolomit steht mit dem hellgrauen Kalksteinlager in Verbindung, durch schwarzen, schiefrigen Kalkstein, der viel Talkblättchen enthält.

G ä n g e.

Gänge, aus zerfressenem oder zelligem Quarz, od. aus splittrigem Quarz mit Drusenhöhlungen bestehend, scheinen, dort wo sie Brauneisenstein und braunen Eisenoxyd enthalten, Gold zu führen, da sich dasselbe vorzüglich unter den Trümmern dieser Gänge findet. Aber ihrem Quarz sind auch Talk- und Chlorit-Blättchen beigemischt; er ist also nur durch Drusenhöhlungen, und durch die Abweichung von dem allgemeinen Schichten-Parallelismus, vom Itacolumit verschieden.

D i a m a n t e n*in Brasilien.**im Ural.***Bestand des Sandes.**

Von den Felstrümmern und Mineralien im sogenannten Diamantsande kommen: Quarz, Itacolumit, Thonschiefer, Jaspis, Brauneisenstein, Gold und Platin in allen Bezirken vor; in dem District Serro do Frio finden sich überdies: Talkschiefer, Chalcedon und Anatas.

Die Trümmer sind aus den

Im Poludenka- und Adolfskoi-Thal sind die Begleiter der dort gefundenen Diamanten: Quarz, Itacolumit, Brauneisenstein, Talkschiefer, Dolomit, Chalcedon, Anatas, Gold und einzelne Platinkörnchen.

Quarz, in abgerundeten oder eckigen Trümmern. Besonders häufig sind wasserhelle Bergkry-

Brasilien.

nächsten Gebirgen, deren Schluchten und Gräben herbeigeführt; Quarz und Itacolumit meist abgerundet.

Ural.

stalle, wie sie der schwarze Dolomit enthält.

Talkschiefer; durchaus verwittert findet er sich in kleinen Scheiben und Splintern.

Brauneisenstein; in scharfkantigen Würfeln, mit der bekannten Streifung der Eisenkies-Würfel, in kuglichten Gruppierungen dieser Krystalle, und in rundlichen Körnern, deren Inneres aus Eisenkies besteht.

Anatas; spitzige, tetragonale Doppelpyramiden mit abgestumpften Polecken. Die Kanten scharf und wohl erhalten.

Chalcedon; in rundlichen, aus concentrischen Lagen zusammengesetzten Stücken; also nicht Gerölle, sondern Kugeln oder Mandeln.

Dolomit; in stumpfeckigen Stücken von verschiedener Grösse, und als grauschwarzes Pulver. Die Blöcke, wie oben beschrieben, von Bitterspath-Adern durchzogen, und deren Höhlungen mit Bitterspath-Romboëdern und Bergkrystall-Prismen besetzt.

Gold und Platin *); in der gewöhnlichen Körnerform.

*) Am Bache Pokap, auf der Ostseite des Ural, 5 Werst vom Berge Katschkanar, wurden 1829 Anzeigen auf Gold und Platin gefunden. Während meiner Anwesenheit waren die Sandlager noch nicht so weit aufgedeckt worden, daß genaue Untersuchungen angestellt werden konnten. Nach Hrn. Schmidt sind hier anstehend: Talkschiefer, Serpentin und Quarz. Beim Durchmuster des Steingemengsels aus den Diamantwäschchen des Adolphkoi-Thals fanden wir, Hr. Schmidt und ich, ein loses Platinhorn. Aus Porphyry konnte dasselbe nicht kommen, denn nirgends ist hier diese Felsart zu sehen; ich vermuthete, daß die

*Brasilien.**Ural.***Lage des Diamantsandes.**

Aus Hrn. v. Eschwege's Beschreibung ersieht man nicht, auf welchen Felsarten der Bergschutt liegt, der in Brasilien Diamanten enthält.

Im Poludenka- und Adolphskoi-Thal lag der Bergschutt, welcher die ersten Diamanten lieferte, auf den Ausgehenden und in der Nähe desjenigen schwarzen Dolomit, der besonders reich an Bergkrystallen ist. Er steht in dem Grunde der Schlucht an; Blöcke und kleinere Trümmer von Dolomit liegen umher; man erkennt an ihnen, daß das Lager, von welchem sie herrühren, weniger durch Gewalt, als durch Verwitterung zerstört wurde.

Der schwarze Dolomit wechselt im Adolphskoi-Thal mit silberweißem Talkschiefer, mit schwarzem Kalkstein,

Quarzgänge, welche das Gold lieferten: auch das Platin enthielten.

Das Vorkommen des Platin in dem Porphyr zu Laja (siehe meine Schrift: Die Lagerstätte des Goldes und Platin im Ural-Gebirge. Riga 1828.) ist bezweifelt worden, weil Hr. Professor Gustav Rose kein Platin in den Porphyrstücken fand, die er im Sommer 1829 von demselben Felsen schlug, den ich 1826 untersucht, und später ihm nachgewiesen hatte. Ich soll fein eingesprengten Eisenkies von lichter Farbe für Platin gehalten haben. Angenommen ich irrte, so mußte Hrn. Prof. Osann's chemische Untersuchung der von mir für Platin gehaltenen Körnchen, den Irrthum aufdecken; sie bestätigte aber die Richtigkeit meiner Entdeckung, und darauf erst machte ich sie bekannt. In meinen Porphyrstücken von Laja glaubte ich nachher noch ein Paar höchst fein eingesprengte Platinkörnchen zu sehen; nach genauer Prüfung erkannte ich sie aber für Eisenkies; deshalb un-

dem Talkblättchen beigemengt sind, und mit weißem, durch Talkblättchen flaserigen Kalkstein, der Quarzkörner und Brauneisenstein in Würfeln und kleinen Kugeln

terblieb die beabsichtigte Wiederholung der chemischen Untersuchung, und statt ihrer erbat ich mir von Hrn. Prof. Osann, zur Bekanntmachung, die genaue Angabe seines früheren Verfahrens mit dem Gestein von Laja. Hr. Prof. Osann antwortete, aus Würzburg, vom April 1830: ich will Ihnen die Specialia der Untersuchung, die mir noch ganz gegenwärtig sind, mittheilen. In einem Stück eines hellgrau aussehenden Minerals von Laja konnten mit der Loupe zwei kleine glänzende Körnchen wahrgenommen werden, welche, dem Aeußern nach, mit glänzenden Platinkörnchen übereinkamen. Die Stellen wurden herausgenommen, und mit Salpeter-Salzsäure übergossen und damit erwärmt. Sie lösten sich hierin auf, und die Säure färbte sich etwas gelb. Die Flüssigkeit wurde filtrirt. Auf Zusatz von Salmiakauflösung entstand kein Niederschlag. Als aber durch Abdampfen die Menge der Flüssigkeit verringert worden war, entstand ein gelber Niederschlag, den ich für Platinsalmiak erkannte. Die Flüssigkeit wurde völlig abgedampft, und das zurückbleibende gelbe Salz in der Hitze zersetzt. Es blieb ein graues Pulver zurück, was, mit dem Polirstahl gerieben, metallisch glänzend wurde. Nach diesem Verhalten konnte es nichts anders als Platin seyn. Wäre es Eisen gewesen, aus Schwefelkies herrührend, so hätte es sich ganz und gar mit dem Salmiak verflüchtigen müssen. Diefs ist der Hergang der Untersuchung, welchen Sie, so wie er hier mitgetheilt ist, in Ihrer Schrift abdrucken lassen können.“

Ich habe nur noch hinzuzufügen, dafs, wenn in dem Porphyr von Laja auch kein Platin gefunden worden wäre, ich dennoch eine ähnliche Felsart für das Gestein, welches das Platin des Melniza-Thals bei Nishnei-Tura einschlofs, halten würde, weil der Sand, aus welchem man hier das Platin wäscht, aus ganz solchen Trümmern besteht, wie sie der Porphyr von Laja durch Verwitterung liefert. Von dieser vollkommenen Uebereinstimmung überzeugte sich auch Hr. Prof. Rose, als ich ihm, bei seiner Reise durch Dorpat, den zerfallenen Porphyr von Laja und den Sand aus dem Melniza-Thale zur Vergleichung vorlegte.

enthält. Die Kalklager vermitteln den Uebergang in Itacolumit, indem der Quarz sich in ihnen mehrt.

Welcher von den genannten Felsarten können die Diamanten des Adolphskoi-Thals angehört haben?

Nicht dem Talkschiefer und Kalkstein, in deren Nähe der Sand gehaltlos befunden wurde; auch nicht dem Itacolumit und den Goldgängen, deren Quarz dazu wenig geeignet scheint, das rundum ausgebildete Krystalle, wie die Diamant-Dodecaëder, in ihnen entstanden, also dem schwarzen Dolomit, oder einem hier nicht mehr vorhandenen, durch Zerstörung geschwundenen Gestein? Folgende Beobachtungen mögen entscheiden:

- 1) Die mit dem Diamanten im Bergschutt liegenden Mineralien: die Krystalle des wasserhellen Quarzes, des Brauneisensteins und Anatas sind scharfkantig, obgleich sie, bei der geringen Härte des Letzteren, schon auf kurzer Rollbahn abgerundet worden wären; sie wurden also nicht von fern herbei geschwemmt, sondern mußten aus den zunächst anstehenden Felsen kommen.
- 2) Die losen Krystalle des wasserhellen Quarzes und des Anatas rühren vom zerfallenen Dolomit her; denn Erstere sind den Bergkrystallen in den Blöcken des Dolomit vollkommen ähnlich, und Letztere haften auf Bergkrystallen, wie die Eindrücke an den Anataskrystallen deutlich zeigen. Die Chalcedonkugeln und Mandeln konnten sehr wohl im Dolomit liegen; denn Höhlenausfüllungen durch Quarz finden sich in ihm. Die Brauneisenstein-Würfel und Körner kamen aus dem flaserigen Kalkstein, in welchem man sie noch jetzt findet; Gold und Platin aber wahrscheinlich aus den zerfallenen Quarzgängen.
- 3) Wird die Annahme anderer Felsarten, als im Adolphskoi-Thal vorkommen, wegen der Begleiter der Diamanten nicht erfordert, so ist solche Annahme, we-

gen der Letztern noch weniger nothwendig, da sich der Dolomit sehr wohl zur Geburtsstätte der Diamanten eignet. Wie in ihm Kiesel, kohlensaurer Kalk und kohlensaurer Talk als Bergkrystall und Bitterspath sich ausgeschieden haben, so konnte auch das vom Hrn. Hofrath Göbel im Dolomit nachgewiesene Karbon als Diamant sich ausscheiden. Selbst seiner Gestaltung in rundum ausgebildeten Krystallen steht hier nichts entgegen, da sich im Dolomit einzelne Bergkrystalle finden, deren Prismen an beiden Enden zugespitzt sind.

Erwünscht wäre es, wenn man die zahlreichen Blöcke von demjenigen schwarzen Dolomit des Adolphskoi-Thals, der besonders reich an Quarz- und Bitterspath-Drusen ist, sorgfältig durchmusterte; ferner, wenn man in dem Bezirke des Fundorts der Diamanten vergleichende Untersuchungen anstellte; z. B. in dem Thal des Rudänka-Bachs, wo Hr. Schmidt bereits schwarzen Dolomit und Anzeigen auf Gold gefunden hatte. Sollte sich daraus ergeben, daß die Diamanten ihre Lagerstätte wirklich im Dolomit hatten, so wären noch folgende Fragen zu erörtern:

Ob Dolomit der beschriebenen Art überall Diamanten enthält, er mag in den verschiedensten Formationen mit oder ohne Gold und Platin vorkommen? oder:

Ob zum Auftreten der Diamanten jede gold- und platinführende Formation sich eignet, wenn nur karbonhaltiges Gestein, es mag Dolomit seyn oder nicht, in ihr vorkommt.

Zur Prüfung der ersten Frage würde sich die Untersuchung einer Gegend im Gouvernement Olonez besonders eignen, wo ich im Jahre 1821 ganz solchen schwarzen Dolomit mit Bitterspath- und Bergkrystall-Drusen fand, wie er im Adolphskoi-Thal vorkommt. Er bildet an der Nordwestseite des Onega-See's, südlich von dem Flecken Perguba, und auf dem halben Wege zwischen

den Dörfern Kämme-Selga und Scheidama flache Kuppen, die aus dem Rasen hervorstossen, und ist in Bänke geschichtet, die N. z. NO. neigen. Die herrschende Felsart der Gegend ist Grünstein; wie der Dolomit mit ihm lagert war nicht auszumitteln. Eine Werst weiter gegen Scheidama erscheint der Dolomit abermals, ist aber weniger schwarz und erdiger. Bei Scheidama, in einer feuchten Wiese östlich von dem Dorfe, bricht ein dichtes, grünlichgraues Gestein in Platten und Blöcken, deren Oberfläche und Ablosungsflächen mit braunem Eisenoxyd überzogen sind; das Gestein selbst ist mit schönen Eisenkieskrystallen (Würfeln und Pentagon-Dodecaëdern) erfüllt, die, bei beginnender Umwandlung in Brauneisenstein, eine braune Kruste überzieht.

Im Ural sah ich, außer Krestowosdwishenski, keinen schwarzen Dolomit; vielleicht findet er sich bei genauer Untersuchung an dem Bache Suchoi-Wissi, auf der Westseite des Gebirges, wo die zu Nishnei-Tagil gehörigen Platinwäschen liegen. Die dort vorkommenden quarzigen Chloritschiefer haben Aehnlichkeit mit dem Itacolumit in den Umgebungen des Fundortes der Diamanten, und beide Punkte liegen vielleicht in derselben Streichungslinie. Wollte man, auch in dem Fall, daß kein schwarzer Dolomit oder anderes karbonhaltiges Gestein vorkommt, dort nach Diamanten suchen, so würde sich ausweisen, ob ihr Auftreten durchaus an jene Gesteinbildungen geknüpft ist oder nicht.

Resultate der von Hrn. Prof. Göbel angestellten chemischen Zerlegungen.

1) *Schwarzer Dolomit aus dem Adolphskoi-Thale bei Krestowosdwishensky.* In 100 Gran desselben wurden angetroffen:

7,50 in Salzsäure unlösliches schwarzes Pulver.

40,79 Kohlensäure

0,50 Thonerde

6,28 Eisenoxydul

30,65 Kalk

13,05 Talkerde

1,20 Wasser

99,97

oder, wenn man die gefundenen Gewichtsmengen zu kohlen-sauren Salzen berechnet:

54 kohlensaurer Kalk

26,89 kohlensaure Talkerde

10,21 kohlensaures Eisenoxydul

91,10.

Der unlösliche Rückstand bestand aus:

4,00 Kieselerde

1,25 Thonerde

1,25 Eisenoxyd

0,75 Manganoxyd.

Die noch fehlenden 0,75 Gran bestanden, wie auch die Verbrennung einer größeren Menge dieser Substanz mit Kupferoxyd bestätigte, aus Kohle.

2) Schwarzer Dolomit aus der Gegend von Scheidama im Gouvernement Olonez. 100 Theile desselben enthielten:

2,75 in Salzsäure unauflöslichen Rückstand, aus Kieselerde, Thonerde, Eisenoxyd, Kohle und einer Spur Mangan bestehend

53,5 kohlensaurer Kalk

41,5 kohlensaure Talkerde

1,5 kohlensaures Eisen

99,25.

3) Uebergang des schwarzen Dolomits in Talkschie-

fer aus dem Adolphskoi-Thale im Ural. Seine Bestandtheile waren:

4,00	schwarzer in Salzsäure unauflöslicher Rückstand, wie oben angeführt zusammengesetzt
3,50	kohlensaures Eisenoxydul
90,00	kohlensaurer Kalk
1,25	kohlensaure Talkerde
1,25	Wasser und Verlust
<hr/>	
100,00.	

4) Uebergang des Kalklagers in Talkschiefer, aus dem Adolphskoi-Thale im Ural. Er bestand aus:

40,00	mit Quarzkörnchen, Kohle und Eisenoxyd gemengten Talkblättchen.
3,00	kohlensaurem Eisenoxydul
52,00	kohlensaurem Kalk
4,00	kohlensaurer Talkerde
1,00	Wasser und Verlust
<hr/>	
100,00.	

5) Lager im Talkschiefer, aus dem Adolphskoi-Thale. Es enthielt:

1,5	in Salzsäure unauflöslichen Rückstand
97,0	kohlensauren Kalk
1,5	Spuren von Talkerde und Eisenoxyd
<hr/>	
100,0.	

6) Trisilicat der Thonerde mit fein eingesprengtem Eisenkies, von Scheidama in Olonez. 100 Gran gaben, wenn man das gefundene Eisenoxyd als Eisenkies berechnet:

54,0	Kieselerde
20,0	Thonerde
4,0	kohlensauren Kalk
21,5	Eisenkies
<hr/>	
99,5.	

Schließlich mag hier noch die Ansicht des Hrn. Prof. Göbel über die Entstehung der Kohle und der Diamanten Erwähnung finden. Er hält dafür, daß beide Substanzen durch Wirkung reducirender Stoffe, wie Magnesium, Calcium, Aluminium, Silicium, Eisen, aus der bei Bildung des schwarzen Dolomits unstreitig in großer Menge vorhandenen Kohlensäure in hoher Temperatur ausgeschieden wurden.

*XVII. Note über ein Sublimat von Kieselerde;
von Dr. Hefs in St. Petersburg.*

Im Verlauf des vorigen Jahres erhielt ich von Hrn. von Sobalefsky, der unter uns wegen seiner Arbeiten über das russische Platina so rühmlich bekannt ist, eine kleine Quantität eines weissen, krystallinischen Stoffes, dessen Natur ihm problematisch schien. Hr. v. Sobalefsky hatte ähnliche Anflüge in den Gasableitungsröhren, der Retorten, die zum Auflösen des rohen Platina dienen, öfters bemerkt. Die unwägbare Quantität dieses Stoffes erlaubte mir nicht die Natur desselben auszumitteln. Vor einiger Zeit unterwarf ich käufliche Salzsäure einer Destillation aus einer Retorte von grünem Glase. Der Hals der Retorte bekleidete sich inwendig mit krystallinischen Blättern, die vollkommen durchsichtig waren, und die ich gleich für obengenannten problematischen Stoff erkannte. Diese Krystalle sind in Salzsäure ganz unlöslich; gewaschen und geglüht verändern sie ihr Aussehen nicht. — Ein Gemenge von kohlensaurem Kali und kohlensaurem Natron löst sie in der Glühhitze mit Aufbrausen. — Die so erhaltene Salzmasse löst sich leicht und vollkommen in Wasser auf. Die Auflösung mit reiner Salzsäure gesättigt und abgedampft, setzt Kieselerde als Gallerte ab. Die Krystalle verhalten sich vor dem Löth-

rohr durchaus wie reine Kieselerde, und geben mit Soda eine klare und farblose Glasperle. Diese Krystalle stellen feine, in die Länge gezogene Blätter dar, welche an beiden Enden an Breite abnehmen. Ihre Durchsichtigkeit ist vollkommen, man kann aber selbst mit dem Vergrößerungsglase keine deutliche Fläche erkennen, die an den Bergkrystall erinnern sollte.

Ich habe einige Versuche angestellt, um die Bildungsweise dieser Krystalle auszumitteln; es fand sich das Glas jedesmal angegriffen, und nach beendigter Destillation erhielt man immer eine Salzkruste, welche aus Chlorkalium, Chloreisen, Eisenoxyd und Kieselerde bestand. Beim Gebrauch eines harten, weissen Glases zeigte sich diese Erscheinung nicht. Es scheint nicht unwahrscheinlich, daß die Salzsäure, die die Kieselerde im reinen Zustande nicht angreift, sie auf ähnliche Weise zersetzt, als das Kali, wenn beide mit einander verbunden sind. Die Kieselerde müßte dann im Augenblick, wo sie frei würde, durch die Salzsäure in Chlorkiesel verwandelt werden. Von diesem wissen wir, daß er flüchtig ist, und durch Wasser in Salzsäure und Kieselerde zerlegt werde. Es ist natürlich anzunehmen, daß die Wasserdämpfe, die mit der Salzsäure verbunden waren, im Stande sind, die Bildung der Krystalle dadurch zu bewerkstelligen, daß die Zersetzung nicht so heftig vor sich ging, als wenn beide Stoffe in tropfbarflüssigem Zustande auf einander wirken.

XVIII. *Neue Methode, den Gehalt an Eisenoxyd und Eisenoxydul einer in Säuren löslichen Substanz zu bestimmen.*

(Aus dem Lehrbuche von Berzelius, Bd. 4. S. 757.)

Die abgewogene Probe löst man in Chlorwasserstoffsäure in einer Flasche auf, die luftdicht verschließbar ist, nachdem man alle atmosphärische Luft durch Kohlensäure daraus ausgetrieben hat. Die Auflösung geschieht mit Hülfe von Wärme. Sie wird klar abgessen, wenn etwas ungelöst bleibt, was sich nicht auflösen kann, und dieses schnell mit kochendheißem und luftfreiem Wasser abgespült. Die sämmtliche Flüssigkeit bringt man in eine Flasche, welche gewogenes Pulver von metallischem Silber *) und gekochtes luftfreies Wasser enthält, womit man sie anfüllt und darauf sogleich verschließt. Man digerirt sie bei nahe $+100$ unter öfterem Umschütteln, und dabei reducirt nun das Silber alles Eisenchlorür und bildet Chlorsilber. Wenn die Flüssigkeit farblos geworden ist, wozu bisweilen eine 24stündige Digestion erforderlich ist, gießt man dieselbe klar ab, nimmt das Silber auf das Filtrum, wäscht es aus, trocknet und wägt es. Was es nun mehr wiegt, ist aus dem Eisen aufgenommenes Chlor, und 44,26 Th. von demselben entsprechen 97,84 Th. in der Verbindung befindlichen Eisenoxyds. Was sie darüber an oxydirtem Eisen enthielt, ist nur Oxydul gewesen. — Auch durch Zusatz von Chlorgoldkalium und Bestimmung der Menge des reducirten Goldes kann man den Oxydgehalt bestimmen. —

*) Das Silberpulver zu diesem Versuche erhält man am besten, wenn man auf geschmolzenes Chlorsilber saures Wasser gießt, und ein Stück Zink so lange darauf liegen läßt, bis alles Silber reducirt ist. Nach Hinegnahme des Zinks spült man den Silberkuchen mit Salzsäure ab, zerreibt ihn zwischen den Fingern zu Mehl, kocht dieses mit Wasser aus, und trocknet es darauf, ohne es aber zum Glühen kommen zu lassen.

XIX. *Ueber eine Legirung aus Zinn und Eisen in festem Verhältniß.*

Eine solche hat sich, nach Hrn. Lassaigue's Versuchen, in der chemischen Fabrik der HH. Buran Vater und Sohn, zu Charenton, am Boden der gußeisernen Retorten gebildet, in denen man täglich Spiegelfolie destillirt, um das Quecksilber daraus wieder zu gewinnen. Sie findet sich nach einiger Zeit unter dem geschmolzenen Zinn, als eine wenig schmelzbare Substanz, von teigiger Consistenz, sehr glänzendem metallischen Ansehen und strahligem Gefüge. Sie macht ungefähr 1 bis 2 Procent von dem Zinn aus, und ist wahrscheinlich durch den Contact des Zinns mit den dunkelrothglühenden Wänden der gußeisernen Retorte gebildet. Durch Ausgießen des flüssigen Zinns kann man sie vorläufig absondern. Vollständig geschieht es indess, nach Hrn. Lassaigue, entweder durch siedende Salzsäure, welche die Legirung als weniger löslich als das Zinn in Nadeln zurückläßt, oder durch Behandlung mit concentrirter Salpetersäure, welche die Legirung nicht angreift und das Zinn in Oxyd verwandelt, das dann durch Salzsäure gelöst werden kann.

So gereinigt stellt die Legirung kleine vierseitige, stark und wie Gußstahl glänzende Nadeln von 5 bis 8 Millimet. Länge und $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Millimet. Breite dar. An feuchter Luft verändern sie sich nicht. Ihr spec. Gewicht ist 8,733, bei $+18^{\circ}$ C. Sie sind spröde und schmelzen bei Weißglühhitze. In der Lichtflamme entzünden sie sich unter Funkeln und Umherwerfen sehr schöner weißer Flitterchen, die einen Schweiß weißen Dampfs in der Luft nach sich ziehen. Von Salzsäure wird sie in der Kälte nicht gelöst, in der Wärme aber unter Entwicklung von Wasserstoffgas. Von Salpetersäure wird sie weder in der Kälte noch in der Wärme angegriffen. Von

Königswasser erleidet sie indess eine starke Einwirkung, und durch dieses Mittel wurde sie auch zerlegt. Sie fand sich, bestehend aus 57,9 Eisen und 42,1 Zinn, entsprechend der Formel $\text{Fe}^3 \text{Sn}$. (*Journ. de chim. méd. Ann. VI. p. 609.*)

XX. *Nachtrag zu dem im vorhergehenden Hefte befindlichen Aufsatz über einige Eigenschaften der vom Licht auf das Gesichtsorgan hervorgebrachten Eindrücke.*

Unter den Trugbildern, welche für das Auge aus der steten Durchschneidung zweier sich rasch drehenden leuchtenden Linien entstehen, ist in dem genannten Aufsatz, S. 323., beispielshalber auch die *Focale* genannt, als diejenige Curve, welche sichtbar werde, wenn sich zwei gerade Lichtlinien um zwei auf ihren Richtungen liegende Punkte drehen, in parallelen Ebenen, gleichem Sinne, und mit Geschwindigkeiten, die im Verhältnisse 1:2 stehen. Da es vielleicht nicht allen Lesern bekannt ist, welche Curve mit dem obigen Namen gemeint sey, so wird ihnen ohne Zweifel eine kurze Nachricht hierüber nicht unwillkommen seyn.

Man denke sich einen Kegel zweiten Grades von einer durch seine Axe gelegten Ebene durchschnitten. Die Durchschnittsfläche wird von zwei sich in dem Scheitelpunkt schneidenden Geraden begrenzt seyn. Durch irgend einen Punkt einer dieser Geraden sey eine Reihe von Ebenen senkrecht gegen den genannten Schnitt gelegt. Eine jede dieser Ebenen schneidet den Kegel nach einer Curve zweiten Grades, die im Allgemeinen zwei Brennpunkte hat. Die Gesammtheit dieser Brennpunkte bildet eine ebene Curve, und diese ist es, welche man *Focale*, *Curva focalis*, *Brennpunktlinie* genannt hat.

Hr. Quetelet hat zuerst die Focale des geraden Kegels und einige ihrer merkwürdigsten Eigenschaften kennen gelehrt *). Nach ihm sind diese Curven von Hrn. Dandelin zum Gegenstand einer genaueren Untersuchung gemacht **); späterhin hat Hr. E. Kūlp sich besonders mit den Focalen des Cylinders beschäftigt ***), und endlich hat Hr. van Rees dieselben Betrachtungen auf jedweden Kegel zweiten Grades ausgedehnt †).

Es kann hier nicht der Ort seyn, diese Untersuchung ausführlich mitzutheilen, auch möchte es fast überflüssig seyn, da ein Jeder, der mit der Anwendung der Analyse auf die Geometrie etwas vertraut ist, sie sich selbst wird reproduciren können. Daher wird es genügen, die Gleichung der Focale anzugeben, die nach Hrn. v. Rees ist:

$$(ay - bx + 2ab)(x^2 + y^2) - c^2(ay + bx) = 0.$$

Hierin sind x, y, z rechtwinkliche Coordinaten, und die beiden ersten liegen in der Ebene des genannten Schnitts, die Axe der x fällt mit der Axe des Kegels zusammen, und der Anfangspunkt mit dem Scheitel desselben. a ist die in jenem Schnitt liegende halbe Axe derjenigen Ellipse, deren Ebene die Kegelaxe senkrecht schneidet; c die andere, den z parallele halbe Axe dieser Ellipse; b endlich der Abstand des Mittelpunkts dieser Ellipse vom Scheitelpunkt des Kegels.

Unter den Eigenschaften der Focale des geraden Kegels verdient in physikalischer Hinsicht vielleicht die folgende am meisten Interesse. Die Focale ist der Ort der Punkte, wo ein Lichtpunkt auf einer Reihe concentrischer Kreise reflectirt erscheint, wenn das Auge sich außerhalb der Geraden befindet, die vom Lichtpunkt zum gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Kreise gezogen wird.

P.

*) *Dissertatio de quibusdam locis geometricis, nec non de curva focali.* Gand. 1819.

**) *Mém. de l'Acad. de Bruxelles, Vol. II. p. 169.*

***) *Dissertatio mathematica de curva focali regulari quam scripsit E. Kūlp.* Manhemü 1823.

†) *Correspondence mathématique et physique, T. V. p. 361.* In demselben Bande dieser Zeitschrift findet man noch zwei andere hieher gehörige Untersuchungen von Hrn. Le François, in Brügge.

ANNALEN

DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1830, ZWÖLFTES STÜCK.

I. *Ueber gleichzeitige Störungen der täglichen Veränderung der magnetischen Kraft und Abweichung; von H. W. Dove.*

Die zahlreichen Beobachtungen, welche wir seit der Entdeckung der täglichen Veränderungen der magnetischen Abweichung über dieselbe besitzen, wurden hauptsächlich in der Absicht angestellt, die Gesetzmäßigkeit der Erscheinung für verschiedene Orte und Zeiten festzustellen.

Aus der Uebereinstimmung der Ergebnisse der neuesten Untersuchungen mit den Resultaten früherer Beobachtungen kann man schliessen, daß diesem Zwecke bereits entsprochen worden ist. Die nächste uns gestellte Aufgabe wird daher nun, von dieser erwiesenen Gesetzmäßigkeit ausgehend, die einzelnen Beobachtungen zu prüfen, um, wenn Anomalien sich finden, die Bedingungen aufzusuchen, welche sie erzeugt haben. Die Lösung dieser Aufgabe ist aber schwierig, weil wir es hier mit einer Erscheinung zu thun haben, welche wir in der Regel nicht in ihrer Totalität, von welcher wir vielmehr nur eine Seite beobachten. Denn für die Declination besitzen wir zwar vielfache Data, für die Intensität aber nur wenige, sie fehlen fast ganz für die Neigung.

In wiefern die Berücksichtigung aller Seiten der Erscheinung auch hier nothwendig ist, muß sich durch gleichzeitige Beobachtungen jeder derselben ausmachen lassen. Die, welche ich hier mittheile, beziehen sich nur auf Abweichung und Intensität. Der Mangel eines Instruments verstattete nicht, zugleich die Neigung zu beobachten. Vielleicht wird sich später Gelegenheit finden, diese Lücke zu ergänzen.

Hr. Ries, welcher seit längerer Zeit sich mit Untersuchungen über die täglichen Aenderungen der magnetischen Intensität beschäftigt, war gern bereit, die Schwingungen seiner Nadel täglich zu derselben Zeit zu beobachten, wo ich im magnetischen Häuschen die Declination an der Gambey'schen Nadel bestimmte. Wir haben diese Beobachtungen 3 Monate lang fortgesetzt, jeder zur Zeit der Extreme, für die Intensität nämlich Morgens und Abends 9 Uhr, für die Abweichung Morgens 8 Uhr und Nachmittags 1 Uhr; um eine gleichzeitige Beobachtung zu erhalten, hat Hr. Ries außerdem ebenfalls Morgens 8 Uhr beobachtet.

In der folgenden Tafel sind diese Beobachtungen enthalten. Die Declinationen sind Mittel aus den Ableisungen der Nonien beider Enden der Nadel, welche durch Einstellen der beweglichen Mikroskope auf den mittleren Strich der beiden Elfenbeinskalen erhalten wurden. Bei der festen Aufstellung des Instruments ist dies ohne merkliche Erschütterung möglich. Die Zitterungen der Nadel sind jedesmal auf der Elfenbeinskala des Südendes vorher bestimmt worden, ehe die Schrauben berührt wurden. Die Temperatur im Häuschen und die Himmelsansicht wurde ebenfalls beobachtet. Was den Unterschied der Nonien betrifft, so ist dieser, nachdem er in den ersten 14 Tagen fast um $0^{\text{mm}},1$ zugenommen hatte, die Nadel war nämlich an einem neuen Faden aufgehängt worden, die übrige Zeit bis auf einige Hunderttheile eines Millimeters constant geblieben, ein Beweis des voll-

kommen unverrückten Standes des Instruments, da so kleine Beobachtungsfehler bei der oft unruhigen Nadel, der größten Sorgfalt ungeachtet, nicht zu vermeiden sind. Es versteht sich von selbst, daß alles Eisen bei jeder Beobachtung entfernt war.

Die Intensitätsbeobachtungen sind an einer horizontalen Nadel im Zimmer auf die Art angestellt, wie sie Hr. Ries in diesen Annalen, Bd. 19. S. 173., beschrieben hat, und auf die Temperatur von 15° R. reducirt.

Unter täglicher Oscillation verstehe ich:

für die Declination den Unterschied zwischen 8 U. u. 1 U.

- - Intensität*) - - - - - 9 - - 9 -

unter mittlerer Declination und mittlerer Intensität die Mittel aus diesen Extremen.

Bei der Reduction der in Millimeter erhaltenen Declinationsunterschiede auf Bogen ist $0^{\circ} 0'$ ein willkürlicher Anfangspunkt $= 21^{\text{mm}},00$. Die Zunahme der Zahlen bedeutet eine Abnahme der westlichen Abweichung des Nordendes.

*) Da es passender scheint, die tägliche Veränderung der Intensität, welche bei früheren Untersuchungen über diesen Gegenstand als Unterschied der Morgen- und Abendbeobachtung angegeben worden ist, durch Quotienten aus denselben auszudrücken, so bemerke ich, daß man diesen unmittelbar erhält, wenn man 1 zu den angegebenen Zahlen der zweiten Columnne addirt, und bei der 4ten Stelle stehen bleibt. Erst in der 5ten Stelle weichen nämlich beide Ausdrücke von einander ab.

Zeit. 1830.	Tägliche Oscillation.		Mittel.		Morgens 8 Uhr.	
	Declination.	Intensität.	Declination.	Intensität.	Declination.	Intensität.
Sept. 2.	13' 28",4	0,00359	12' 31",9	1—0,011095	19' 16",2	1—0,013284
3.	16 33,6	0,00238	11 49,1	1—0,009945	20 5,9	1—0,011294
4.	11 40	0,00168	12 0,3	1—0,010297	17 50,4	1—0,010496
5.	12 25,2	0,00261	10 16,4	1—0,010463	16 24,6	1—0,011203
6.	12 52,3	—0,00177	11 33,2	1—0,008410	17 59,4	1—0,010400
7.	15 25,9	0,00227	10 48	1—0,010189	18 31,1	1—0,010325
8.	11 44,6	0,00447	11 40,2	1—0,012240	17 32,3	
9.	12 56,8	0,00415	9 42,6	1—0,011442	17 41,4	1—0,012803
10.	—	0,00367	—	1—0,010966	17 45,9	1—0,011357
11.	10 5,2	0,00286	8 25,8	1—0,011280	13 28,4	1—0,012145
12.	15 16,8	0,00388	11 19,7	1—0,010426	18 58,2	1—0,011203
13.	5 43,2	0,00168	5 47,7	1—0,011240	8 39,4	1—0,013031
14.	13 1,3	—0,00375	11 28,7	1—0,010928	17 59,4	1—0,012080
15.	4 44,5	0,00119	8 1,4	1—0,012923	10 23,3	
16.	5 43,2	0,00183	10 27,8	1—0,011240	12 34,2	1—0,013705
17.	2 10,9	0,00375	9 4,7	1—0,010206	10 14,2	1—0,011357
18.	1 34,8	0,00178	11 24,7	1—0,011691	12 11,7	1—0,010100
19.	7 31,6	0,00144	7 27,1	1—0,009870	11 12,9	1—0,010496
20.	15 21,4	0,00549	8 43,9	1—0,010937	16 24,6	1—0,011294
21.	9 56,2	0,00231	7 4,5	1—0,011350	12 2,6	1—0,011854
22.	4 53,5	0,00550	8 1,4	1—0,010470	10 32,3	

Zeit. 1830.	Tägliche Oscillation.		Mittel.		Morgens 8 Uhr.	
	Declination.	Intensität.	Declination.	Intensität.	Declination.	Intensität.
Sept. 23.	15' 34",9	0,00080	13' 51",2	1-0,008433	14' 13",6	1-0,010171
24.	7 54,2	0,00220	9 40,8	1-0,010372	13 37,5	1-0,011716
25.	10 45,8	0,00116	7 26,9	1-0,011030	12 52,3	1-0,010839
26.	10 23,3		6 55,5		12 7,1	1-0,011674
27.	7 54,2	0,00399	8 46,6	1-0,011270	12 43,3	1-0,009916
28.	6 32,9	0,00088	11 20,2	1-0,009318	14 36,2	
29.	8 7,8		10 45,8		14 49,7	
30.	8 3,2	0,00072	12 0,8	1-0,009713	16 2	
Oct. 1.	10 41,3	0,00113	11 3,9	1-0,010308	16 24,6	1-0,010076
2.	11 53,6	0,00103	10 0,7	1-0,010670	15 57,7	1-0,010388
3.	12 29,7	0,00152	10 14,2	1-0,010426	16 29,1	1-0,010388
4.	12 2,6	0,00179	9 6,5	1-0,010213	15 7,8	1-0,011263
5.	8 12,3	0,00454	6 7,6	1-0,012657	10 14,2	1-0,010860
6.	7 58,7	0,00438	4 35,5	1-0,013049	8 34,9	
7.	6 55,5	0,00287	9 47,1	1-0,012214	13 14,9	1-0,011095
8.	10 50,4	0,00016	9 47,1	1-0,011737	15 12,3	1-0,012725
9.	8 39,4	0,00332	8 37,6	1-0,010874	12 56,8	1-0,012287
10.	4 12,9	0,00204	11 40	1-0,011735	13 46,5	1-0,013347
11.	2 32,	0,00082	7 47,9	1-0,010984	9 6,5	1-0,011941
12.	9 15,5	0,00124	9 58,9	1-0,010504	14 36,2	1-0,011673
13.	14 40,7	0,00607	9 0,0	1-0,008558	16 20,1	

Zeit. 1830.	Tägliche Oscillation.		Mittel.		Morgens 8 Uhr.	
	Declination.	Intensität.	Declination.	Intensität.	Declination.	Intensität.
Oct. 14.	13' 51"	0,00236	8' 21",3	1—0,009380	15' 16",8	1—0,006862
15.	13 23,9	0,00227	7 58,7	1—0,009191	14 40,7	1—0,010076
16.	8 39,4	0,00078	11 11,1	1—0,010183	15 34,9	1—0,008719
17.	14 9,1	0,00150	7 58,7	1—0,009664	15 3,3	1—0,009681
18.	8 12,3	0,00054	10 44,4	1—0,010223	14 49,7	1—0,010999
19.	10 45,8	0,00056	10 16,9	1—0,010157	15 39,4	1—0,011124
20.	10 27,8	0,00234	10 57,6	1—0,008525	15 25,9	—
21.	10 41,3	0,00241	11 12,9	1—0,010371	16 33,6	1—0,009884
22.	10 36,8	0,00148	11 20,2	1—0,009493	16 38,1	1—0,009379
23.	10 36,8	0,00218	5 50,4	1—0,010098	11 8,4	1—0,010116
24.	7 49,7	0,00028	10 36,8	1—0,008851	14 31,7	1—0,008737
25.	11 26,5	0,00052	9 20	1—0,008891	15 3,3	—
26.	—	0,00057	—	1—0,009145	—	1—0,009018
27.	—	0,00124	—	1—0,008916	—	—
28.	5 2,6	0,00079	11 56,3	1—0,008972	14 27,2	1—0,009272
29.	5 16,1	—0,00040	13 5,9	1—0,009897	15 43,9	1—0,009570
30.	7 36,1	0,00199	9 18,2	1—0,009533	13 5,9	1—0,009398
31.	0 0	—0,00013	5 7,1	1—0,013377	5 7,1	1—0,011673

Zeit. 1830.	Tägliche Oscillation.		Mittel.		Morgens 8 Uhr.	
	Declination.	Intensität.	Declination.	Intensität.	Declination.	Intensität.
Nov. 1.	3' 23",2	0,00028	12' 59",5	1—0,009836	14' 40",7	1—0,009292
2.	6 1,3	0,00111	9 51,6	1—0,012070	12 52,3	1—0,010978
3.	6 1,3	0,00148	10 18,7	1—0,010860	13 19,4	1—0,009511
4.	12 16,2	0,00162	7 7,2	1—0,009688	13 14,9	1—0,009159
5.	5 7,1	0,00115	7 40,7	1—0,011025	10 14,2	1—0,012408
6.	5 47,7	0,00219	10 59,4	1—0,010778	13 51	1—0,009511
7.	6 46,5	0,00158	10 54,9	1—0,010958	14 18,1	—
8.	7 31,6	0,00095	10 45,8	1—0,010159	14 31,7	1—0,010100
9.	9 15,5	0,00097	10 53,1	1—0,008772	15 30,4	1—0,009680
10.	15 21,4	0,00067	9 2	1—0,009657	16 42,7	1—0,010750
11.	9 24,5	0,00149	8 42,1	1—0,009850	13 23,9	1—0,009292
12.	— 0 54,2	0,00318	6 37,4	1—0,011788	6 10,3	1—0,011610
13.	2 24,5	0,00102	12 2,6	1—0,008842	13 14,9	1—0,009652
14.	2 51,6	0,00000	7 27,1	1—0,009951	8 52,9	1—0,010375
15.	6 19,4	0,00086	10 50,4	1—0,009344	14 0,1	1—0,009520
16.	—	0,00042	—	1—0,009044	14 45,2	1—0,008719
17.	5 47,7	—0,00010	11 11,1	1—0,008706	14 4,6	1—0,008124
18.	5 29,7	—0,00003	8 51,1	1—0,008512	14 36,2	1—0,008199

Zeit. 1830.	Tägliche Oscillation.		Mittel.		Morgens 8 Uhr.	
	Declination.	Intensität.	Declination.	Intensität.	Declination.	Intensität.
Nov. 19.	3' 32", 2	-0,00118	11' 20", 2	1-0,008206	13' 51"	1-0,008199
20.	—	—	—	—	—	1-0,007757
21.	5 47, 7	0,00054	12 14, 2	1-0,009344	15 7, 8	1-0,009638
22.	2 15, 2	0,00107	12 2, 6	1-0,008975	13 10, 4	1-0,009415
23.	4 58, 1	0,00115	11 22	1-0,009376	13 51, 1	1-0,008975
24.	3 36, 8	0,00088	12 2, 6	1-0,008992	13 55, 5	—
25.	2 51, 6	0,00088	11 40	1-0,008780	13 5, 9	—
26.	4 21, 9	-0,00072	9 24, 5	1-0,010390	11 35, 5	1-0,009192
27.	1 48, 4	-0,00033	9 51, 6	1-0,010303	10 45, 8	1-0,010717
28.	0 0	0,00088	9 51, 6	1-0,010293	9 51, 6	1-0,011156
29.	0 0	0,00170	13 14, 9	1-0,011803	13 14, 9	1-0,011267
30.	—	-0,00046	—	1-0,010803	—	1-0,010637

Betrachten wir zunächst die Declination, so finden wir:

	Anzahl d. Tage.	Tägliche Veränderung.	Mittlere Abweichung.
September	28	9' 56"	9' 57"
October	29	9 16	9 25
November	27	5 11	10 37
Herbst	84	8' 10"	9' 59".

Die tägliche Veränderung nahm also zuerst langsam, dann sehr rasch ab.

Die westliche Abweichung war im October gröfser, als im September und November.

Da es möglich wäre, dafs die Unterschiede der Gröfse der täglichen Veränderung und der mittleren Abweichung durch eine Verrückung der Extreme innerhalb der täglichen Periode entstanden wären, so mögen aus den stündlichen, während des Herbstes hier angestellten Beobachtungen die absoluten Extreme neben den Unterschieden zwischen 8 und 1 Uhr hier eine Stelle finden:

		Absol. Untersch.	8—1.
September	23	16'	15' 35"
	24	10 7"	7 54
November	5	7 12	5 7
	6	5 55	5 48

Die nahe Uebereinstimmung der ersten und letzten Beobachtung scheint nicht zu jener Annahme zu berechtigen.

Betrachten wir nun näher die einzelnen Beobachtungen, so finden wir, dafs Veränderungen der Gröfse der täglichen Oscillationen in der Regel nicht auf einen Tag beschränkt sind, sondern eine längere Zeit dauern, und zwar so:

dafs einer auffallend kleinen Oscillation in der Regel eine auffallend grofse vorangeht und ihr folgt.

Beispiele davon sind:

Sept. 12. — 14.] $15'17'' . 5'43'' . 13'1''$

- 14. — 20.] $13'1'' . 4'45'' . 5'43'' . 2'11'' . 1'35'' . 7'32'' . 15'21''$

- 20. — 23.] $15'21'' . 9'56'' . 4'54'' . 15'35''$

Oct. 8. — 13.] $10'50'' . 8'39'' . 4'13'' . 2'32'' . 9'16'' . 14'41''$

Oct. 30. — Nov. 4.] $7'36'' . 0'0'' . 3'23'' . 6'1'' . 6'1'' . 12'16''$

Nov. 10. — 15.] $15'21'' . 9'25'' . 0'54'' . 2'25'' . 2'52'' . 6'19''$

Nur eine einzige Ausnahme findet sich hier von einer continuirlichen Abnahme und Zunahme nach dem Minimum der Veränderung hin.

Unter den 84 Beobachtungstagen waren 3, an welchen der Stand der Nadel um 1 Uhr derselbe war, als um 8 Uhr Morgens, nämlich:

31. October, 28. 29. November;
und 1 Tag, wo die Nadel um 1 Uhr eine geringere westliche Abweichung zeigte, als Morgens 8 Uhr, nämlich der 12. November.

Aehnliche störende Ursachen müssen am 17. und 18. September, und am 11. October stattgefunden haben.

Was die Zitterungen betrifft, so bemerke ich, daß ich 60 Mal die Nadel vollkommen ruhig fand. Die größten Schwingungen sah ich an den folgenden Tagen, ohne daß ich mir einer äußeren Störung bewußt bin.

September	17.	Uhr	8	8' 35"
	21.		8	8 8
October	17.		8	15 21
November	13.		1	8 8
	15.		8	14 54

Vergleichen wir nun mit den Aenderungen der Declination die gleichzeitigen der horizontalen Componente der Intensität, so finden wir ein so häufiges Zusammentreffen der Störungen, daß ein Zusammenhang derselben unverkennbar ist. Einige Tage, wo die Aenderungen von einem Tage zum andern besonders auffallend waren, will ich aus der Tafel herausheben:

	Declination.	Intensität.
Septemb.	12. 15' 17"	0,00388
	13. 5 43	0,00168
	14. 13 1	0,00375
	15. 4 45	—0,00119
Septemb.	19. — 7' 32"	0,00144
	20. 15 22	0,00549
October	11. 2' 32"	0,00082
	12. 9 16	0,00124
	13. 14 41	0,00607
October	30. 7' 36"	0,00199
	31. 0 0	—0,00013

An diesen Tagen geschahen die Störungen in demselben Sinne, eine Vergrößerung der täglichen Aenderung der Declination fiel mit einer analogen Vergrößerung der täglichen Aenderung der Intensität zusammen. Es finden sich aber unter den Beobachtungen einige sehr auffallende Beispiele von Tagen, an welchen, während die Declinationsänderung auffallend klein war, die Intensitätsänderung sehr bedeutend sich zeigte. Zum Beispiel:

	Declination.	Intensität.
Septemb.	22. 4' 54"	0,00550
	23. 15 35	0,00080
Novemb.	10. 15' 22"	0,00067
	11. 9 25	0,00149
	12. — 0 54	0,00318

Die letzten Tage des November sind eine fortlaufende Reihe von Störungen, die sich unmittelbar an einander anschließen, so daß die einzelnen nicht mit einander verglichen werden können.

Aus den bisherigen Untersuchungen scheint hervorzugehen, daß ein Zusammenhang der Störungen in den täglichen Aenderungen der Intensität und Declination nicht zu verkennen ist, die Natur desselben wird sich aber nur durch gleichzeitige Neigungsbeobachtungen ermitteln lassen.

II. Beiträge zur Kenntniss einiger Manganverbindungen; von Rudolph Brandes.

Das Mangan gehört zwar zu den schon seit längeren Zeiten bekannten Metallen, indessen sind unsere positiven Kenntnisse auch selbst über mehrere seiner gewöhnlichsten Verbindungen nicht ohne bedeutende Lücken. Dieses sowohl, als die interessanten neuen Arbeiten über dieses Metall durch die HH. Bachmann in Wien und Turner in London, haben mich bewogen, nachfolgende Arbeiten bekannt zu machen, deren Versuche zum Theil schon früher angestellt worden sind, zum Theil aber auch erst jetzt beendet wurden.

Erster Theil.

I. Schwefelsaures Manganoxydul-

1) Analyse des schwefelsauren Manganoxyduls.

Das schwefelsaure Manganoxydul ist von John einer Analyse unterworfen worden, wonach die Bestandtheile dieses Salzes zu

Manganoxydul	31,00
Schwefelsäure	33,66
Wasser	35,34

100

angegeben werden. John erhielt von 150 Gran des Salzes 148,5 schwefelsauren Baryt, die, nach dem von Berzelius festgestellten Verhältnisse, 33,9 Schwefelsäure auf 100 des Salzes geben würden. Den Manganoxydulgehalt des Salzes hat John aus dem bei 20° R. getrockneten kohlen-sauren Oxydule berechnet, was wohl keine so

scharfe Bestimmung zuläfst, als die Verwandlung des Carbonates in Manganoxydul-Oxyd. Das Fehlende ist für den Wassergehalt berechnet worden *).

Ueber den Wassergehalt des schwefelsauren Manganoxyduls sind von Mitscherlich Versuche angestellt worden. Diese weichen von John's Bestimmungen ab, indem Mitscherlich den Wassergehalt zu 38,46 Procent, nach neueren Versuchen aber zu 32 Proc. angiebt.

Von Pfaff wurden zwei verschiedene schwefelsaure Manganoxydulsalze beschrieben **), von denen das eine in vollkommen weissen, durchsichtigen, vierseitigen Prismen mit schiefer Abstumpfung, das andere in mehr rhomboidalen, rosenfarbigen Krystallen erschien. Pfaff hat beide Salze analysirt. Das weisse Salz enthielt:

Manganoxydul	43,34
Schwefelsäure	28,66
Wasser	28,00
	<hr/>
	100.

Das rosenfarbige Salz bestand aus:

Manganoxydul	24
Schwefelsäure	32
Wasser	34
	<hr/>
	100.

Das Verhältniß der Säure zum Oxydule ist in beiden Salzen verschieden, und beide weichen auch von dem Verhältniß ab, welches John angiebt. Es ist indessen zu bemerken, daß die Schwefelsäure in dem rosenfarbigen Salze, nach Pfaff, der von John gefundenen absoluten Menge gleich kömmt, in dem Verhältniß der Base zu der Säure finden aber bedeutende Abweichungen statt.

*) John's chem. Schriften, Bd. III. S. 143.

**) Schweigger-Seidel's Journal, Bd. LIII. S. 121.

Was die Farbe des schwefelsauren Manganoxyduls betrifft, so wird gewöhnlich angegeben, daß dasselbe eine blasse Rosenfarbe besitze; auch Bucholz bemerkt in seinen Beiträgen, daß dieses Salz stets röthlich gefärbt sey. Trommsdorff erinnert indessen schon 1803, daß dieses Salz nicht nothwendig röthlich gefärbt sey, indem die Farbe bloß von dem Grade der Oxydation abhängt, da völlig reines kohlensaures Manganoxydul bei seiner Auflösung in Schwefelsäure stets eine farblose Auflösung gebe, aus welcher das Salz in weißen ungefärbten Krystallen anschieße *). Brandenburg giebt zwar zu, daß die röthliche Farbe dieses Salzes im Allgemeinen einem größeren Sauerstoffgehalte zuzuschreiben sey, daß aber zugleich ein Rückhalt von Kupfer aus dem Mangansuperoxyde daran Antheil haben könne **). Bachmann wendet aber mit Recht hiergegen ein, daß reines, farbloses schwefelsaures Manganoxydul durch Kupfervitriol-Zusatz nicht roth, sondern bläulich werde, und daß ein röthlich gefärbtes schwefelsaures Manganoxydul, welches zufällig Kupfer enthält, von diesem befreit werden könne durch Schwefelwasserstoffgas, ohne daß es dabei seine röthliche Farbe verliere ***). Auch Frommherz erhielt das schwefelsaure Manganoxydul in vollkommen wasserhellen, ungefärbten, geschobenen, vierseitigen Tafeln, und leitet die röthliche Färbung von schwefelsaurem Manganoxydul-Oxyd her †). Nicht minder hat Hünefeld gezeigt, daß das reine schwefelsaure Manganoxydul vollkommen durchsichtige, weiße Krystalle liefert ††).

Bei mehrmaligen Darstellungen des schwefelsauren

*) Trommsdorff's Journal, Bd. X. 2. Heft S. 48.

**) Schweigger's Journal, Bd. XIV. S. 346.

***) Bachmann's chemische Abhandlung über das Mangan, S. 62.

†) Schweigger's Journal, Bd. XLIV. S. 333.

††) Schweigger-Seidels Journal, Bd. LIII. S. 121.

Manganoxydul habe ich dasselbe theils in blafsrosenrothen Krystallen erhalten, genau so wie Buchholz dasselbe beschreibt, theils in wasserhellen, durchsichtigen Krystallen. Letztere habe ich vorzüglich erhalten durch unmittelbare Einwirkung von Schwefelsäure auf Mangansuperoxyd, und Erhitzen und nachheriges Auflösen der Salzmasse und Krystallisiren; erstere nach Befolgung der Methode von Bachmann, durch Glühen des Superoxydes mit Kohle und Oel, und Behandeln dieser Masse mit Schwefelsäure u. s. w. Beide Salze waren völlig frei von Kupfer- wie von Eisenverbindungen. Beide habe ich einer Analyse unterworfen, um zu sehen, ob dieselben in ihrer Zusammensetzung eine wesentliche Abweichung zeigen, und namentlich, ob sie den von Pfaff angeführten Verhältnissen zum Theil entsprechen würden. Ehe ich zu diesen Versuchen übergehe, will ich noch bemerken, dafs auch Turner die Zusammensetzung des schwefelsauren Salzes, und zwar auf synthetischem Wege bestimmt hat, in wasserleerem Zustande, zu:

Manganoxydul	47,39
Schwefelsäure	52,61
	<hr/> 100.

A. Analyse des farblosen oder weissen Salzes.

a) 100 Gran des schwefelsauren Manganoxyduls wurden im Wasserdampfbade erhitzt, bis sie keinen merklichen Gewichtsverlust mehr erlitten. Es blieb ein Rückstand von 69 Gran, mithin waren 31 Gr. verloren. Ich setzte das Salz im Platintiegel allmählig einer stärkeren Hitze aus, wodurch es noch 1,5 Gran an Gewicht abnahm; der ganze Verlust stieg also auf 32,5 Gr. Das Salz war undurchsichtig geworden, sah aber völlig weifs aus.

Der Versuch wurde wiederholt, indem ich 25 Gran des Salzes in einem Porcellantiegel über der Weingeistlampe erhitzte. Es entstand ein schwaches Knistern, an einzelnen Stellen ein fast unmerkliches Aufschwellen, ohne

dafs jedoch das Salz begann in seinem Krystallwasser zu fliefsen; es wurde weifs, opak, zuletzt undurchsichtig, und als es diese gleichförmige Beschaffenheit angenommen hatte, betrug der Gewichtsverlust 8,1 Gran = 32,4 Procent. Als ich dieses Salz aufs Neue stärker erhitze, so nahm es noch 1,65 Gran ab = 6,6 Procent. Lackmuspapier, welches über den Tiegel gehalten wurde, zeigte sich aber deutlich geröthet, und das Salz selbst war an den Stellen, die mit dem Boden des Tiegels in Berührung waren, ziegelroth gefärbt.

Bei einem dritten Versuche erhitze ich 100 Gran des Salzes in einem mässig erwärmten Sandbade, bis bei der stattgefundenen Temperatur kein fernerer Gewichtsverlust sich mehr zeigte. In diesem Versuche betrug letzterer 32,7 Gran.

b) 100 Gran des weissen Salzes wurden in Wasser aufgelöst, und die Auflösung wurde mit Chlorbaryum zersetzt. Der Niederschlag betrug, ausgewaschen und getrocknet, 99,6 Gran, welche 34,168 Procent Schwefelsäure ergeben, nach dem Verhältnifs berechnet, dafs im schwefelsauren Baryt 34,305 Procent Schwefelsäure enthalten sind. Bei einem zweiten Versuche wurden von 50 Gran des Salzes 49,39 Gran schwefelsaures Baryt erhalten, welches auf 100 Salz 98,78 Gran = 33,876 Procent Schwefelsäure ausmacht. Bei einem dritten Versuche wurden aus 100 Gran schwefelsauren Manganoxydul 99,8 Gran schwefelsaures Baryt erhalten, welche 34,235 Procent Schwefelsäure anzeigen.

Nach den vorstehenden Daten würde das schwefelsaure Manganoxydul enthalten:

	I.	II.	III.	Mittel.
Schwefelsäure	34,305	33,876	34,235	34,139
Wasser	32,500	32,400	32,700	32,533

Rechnen wir das Fehlende für Manganoxydul, so würden sich ergeben 33,328 Procent.

c)

c) Um die Menge des Manganoxyduls aber durch einen directen Versuch zu bestimmen, wurden 50 Gran des Salzes in Wasser aufgelöst und mit kohlensaurem Natron gefällt. Der erhaltene ausgesüßte und wohl getrocknete Niederschlag wog 26,5 Gran; derselbe wurde in einem Porcellantiegelchen so lange geglühet, bis sein Gewicht unveränderlich blieb. Er brannte sich erst dunkelschwarz und erschien darauf dunkelzimmtbraun. Das Gewicht des erhaltenen rothen Oxydes betrug 16,75 Gr. Wenn nun, nach Turner, 100 des rothen Oxydes 92,951 Oxydul entsprechen, so sind für die erhaltenen 16,75 Gran 15,569 Gr. Oxydul zu berechnen, = 31,138 Proc.

Es sind also in dem Salze gefunden worden:

Manganoxydul	31,138
Schwefelsäure	34,139
Wasser	32,533
	<hr/> 97,810.

Nach dieser Analyse würde das wasserfreie schwefelsaure Manganoxydul zusammengesetzt seyn aus:

Manganoxydul	47,701
Schwefelsäure	52,299
	<hr/> 100.

Dieses stimmt sehr nahe mit den Verhältnissen überein, welche Turner gefunden hat. Dafs bei der Bestimmung des Wassergehaltes dieses Salzes einige besondere Schwierigkeiten stattfinden, und durch ein anhaltendes Glühen eine geringe Menge des Salzes zersetzt werden kann, zeigen die oben angeführten Versuche. Ich werde aber bei dem folgenden Salze auf einen Umstand zurückkommen, durch welchen sich ergibt, dafs die Krystalle mechanisch Wasser eingeschlossen enthalten können. Da nun das Manganoxydul und die Schwefelsäure mit möglichster Genauigkeit bestimmt wurden, so ist es nicht wahrscheinlich, dafs bei einer so einfachen Analyse

2,2 Procent als Versuchsfehler stattfinden könnten, und dafs es angemessen ist, diese 2,2 Procent noch dem Wassergehalte mit zuzurechnen, oder, wie John, den Wassergehalt durch Abziehen der gefundenen Mengen von Schwefelsäure und Manganoxydul von der bestimmten Quantität des Salzes zu berechnen. Hiernach würden wir erhalten:

Manganoxydul	31,138
Schwefelsäure	34,139
Wasser	34,723
	<hr/>
	100.

Diese Untersuchung stimmt nun sehr mit den von John erhaltenen Resultaten, auch rücksichtlich des Wassergehaltes, überein.

B. Analyse des röthlichen Salzes.

a) 100 Gran dieses Salzes im Wasserdampfbade eine geraume Zeit lang erhitzt, verloren 28 Gran; hierauf wurde das Salz noch einige Minuten über der Weingeistflamme erhitzt, wodurch der Verlust desselben auf 37,5 Gran stieg. Durch Erhitzen auf einem ziemlich erwärmten Sandbade verloren 100 Gran des Salzes 30 Gr., und durch nachheriges Glühen im Porcellantiegel noch 8 Gran, so dafs der Verlust im Ganzen 38 Gran betrug. 25 Gran des Salzes wurden in einem Porcellantiegelchen über der Weingeistflamme so lange erhitzt, bis sich kein Knistern mehr zeigte; der Verlust betrug 8,2 Gran, mithin 32,8 Procent. Bei fernerem stärkeren Erhitzen nahm das Salz noch so viel ab, dafs der ganze Verlust 9,5 Gran betrug, mithin 38 Procent. Bei dem stärkeren Erhitzen war jedesmal etwas Schwefelsäure verloren, denn das Salz löste sich nicht völlig mehr im Wasser auf, und war am Boden des Tie als jedesmal ziegelroth. Als 100 Gran des Salzes in einem Platintiegel nur mäßig auhaltend erhitzt wurden, betrug der Verlust 34

Gran, und das Salz löste sich jetzt vollkommen in Wasser auf.

b) Eine Auflösung von 100 Gran des röthlichen Salzes gab durch Chlorbaryum 101,4 Gran schwefelsauren Baryt, in einem zweiten Versuche 100,4 Gran, wodurch 34,785 und 34,442 Procent, im Mittel 34,613 Procent Schwefelsäure angezeigt werden.

c) Eine Auflösung von 50 Gran dieses Mangansalzes wurde mit kohlensaurem Natron gefällt. Es wurden dadurch erhalten 26 Gran lufttrocknes kohlensaures Manganoxydul, welches so lange geglüht wurde, bis das Gewicht des Rückstandes constant blieb. Das erhaltene rothe Oxyd betrug 17 Gran = 15,802 Gran Oxydul, mithin 31,604 Procent.

Rücksichtlich des Wassergehaltes läßt auf dieses Salz dasselbe sich anwenden, was ich bei dem vorigen bemerkte. Die Bestandtheile würden sich für dasselbe ergeben in 100:

Manganoxydul	31,604
Schwefelsäure	34,613
Wasser	33,783
	<hr/> 100.

Das wasserleere Salz würde hiernach enthalten:

Manganoxydul	47,73
Schwefelsäure	52,27
	<hr/> 100.

Die Verhältnisse der Säure zum Oxyde stimmen auch bei diesem Salze sehr nahe mit den von Turner gefundenen Verhältnissen überein.

Ich glaube aus den vorstehenden Analysen schliessen zu können, daß das farblose und das röthliche schwefelsaure Manganoxydul wesentlich identisch sind, und daß die Färbung des letzteren Salzes nur von einem geringen Antheile rothen Oxydes herrührt.

Es leidet keine Frage, daß beide Salze aus gleichen Atomen Base bestehen. Legen wir die von Berzelius gemachten neuen Bestimmungen zum Grunde *), wonach die Schwefelsäure 501,165, das Manganoxydul 455,787, so ergeben sich für das wasserleere Salz:

Manganoxydul	455,787	47,639
Schwefelsäure	501,165	52,371
	<hr/>	<hr/>
	956,952	100.

Bei der Bestimmung des Manganoxyduls haben wir, wie oben bemerkt, die Versuche Turner's über das rothe Oxyd zum Grunde gelegt. Nehmen wir aber die von Berzelius für das Mangan festgesetzte Atomenzahl an, so ergibt sich, daß das rothe Oxyd, $M + \ddot{M}$, oder als $2\ddot{M} + \ddot{M}$ angesehen, aus 72,74 Metall und 27,26 Oxygen oder aus 93,17 Oxydul und 6,83 Sauerstoff bestehen muß; die bei dem farblosen Salze erhaltenen 33,5 Gran rothes Oxyd würden dann 31,212 Oxydul entsprechen, und die bei dem röthlichen Salze erhaltenen 34 Procent rothes Oxyd würden 31,678 Procent Oxydul ergeben. Hiernach sind die beiden untersuchten Salze zusammengesetzt, im wasserleeren Zustande, aus:

	A.	B.
Manganoxydul	47,759	47,771
Schwefelsäure	52,241	52,229
	<hr/>	<hr/>
	100.	100.

Die Resultate dieser Analysen stimmen sehr scharf mit dem berechneten Resultat überein, welchem die Bestimmungen der Atomgewichte des Mangans von Berzelius zum Grunde liegen, noch mehr als mit denen von Turner erhaltenen es der Fall ist.

Was den Wassergehalt des schwefelsauren Manganoxyduls betrifft, so ergeben die Analysen 2 bis 3 Proc. Wasser mehr, als nach der Voraussetzung, daß der Wasser-

*) Poggendorff's Annalen, Bd. XIV. S. 566 [Nach den neusten,

gehalt 4 At. betrage, darin sich finden müßten. Nichts desto weniger bin ich der Meinung, daß diese Ansicht, dieses Salz enthalte 4 Atome Wasser, vollkommen richtig ist, und daß der Ueberschuß, welchen die Analyse im Wasser ergibt, davon abzuleiten seyn dürfte, daß zwischen den Lamellen der Krystalle geringe Antheile Wasser mechanisch eingeschlossen sind, woher auch das Knistern beim Erhitzen der Krystalle entstehen mag. In der That, als ich 100 Gran der Krystalle, so wie ich solche zur Analyse genommen hatte, zwischen Josephpapier stark prefste, so wurde dieses etwas feucht, und die Krystalle hatten einen Verlust von 1,5 Proc. erlitten. Der Wassergehalt, welcher demnach eigentlich als Krystallwasser zu berechnen ist, verringert sich dadurch bis auf 32,5 Procent. Dieses Resultat beweist, daß das Salz 4 Atome Wasser enthält. Hiernach erhalten wir, mit Zugrundlegung der Analyse A., rücksichtlich der Säure und Base:

		Theorie.		Versuch.
Manganoxydul	1 Atom	455,787	32,488	32,237
Schwefelsäure	1 -	501,165	35,512	35,263
Wasser	4 -	450,301	32,000	32,500
1 Atom		1407,253	100	100.

Die Zusammensetzung dieses Mangansalzes dürfte so nach als wohlbestimmt anzusehen seyn. Die angestellten Versuche zeigen zugleich, daß die von John gegebene Analyse sehr genau ist, und der größere Wassergehalt, welchen dieselbe giebt, ist durch die vorstehende Darlegung hinlänglich erörtert. Die Salze, welche Pfaff analysirt hat, zeigen indess eine ganz andere Zusammensetzung.

Obige analysirte Salze waren im Sommer 1829 dargestellt.

von Berzelius selbst angestellten Versuchen ist das Atomgewicht des Manganoxyduls etwas kleiner, nämlich: 445,9 (a. a. O. Bd. XVIII. S. 74.). P.]

2) Opakes schwefelsaures Manganoxydul.

Am Boden des Gefäßes, in welchem das farblose schwefelsaure Manganoxydul sich gebildet hatte, bemerkte ich weiße, undurchsichtige, ein krystallinisch körniges Gefüge habende Salzrinden; auch unter den Krystallmassen selbst befanden sich ähnliche Salzrinden, welche sich leicht von denselben ablösen ließen. Dieses Salz erregte meine Aufmerksamkeit. Ich zersetzte dasselbe zwischen Papier, um es von aller anhängenden Salzflüssigkeit zu befreien, und vermied absichtlich, dasselbe mit Wasser zu behandeln. Dieses Salz reagirte schwach sauer; aber ein Tropfen einer verdünnten kohlen sauren Natronlösung reichte schon hin, einen bleibenden Niederschlag darin zu bewirken.

a) 50 Gran dieser Salzrinden wurden im Porcellantiegel geglüht. Sie verloren dadurch 12,75 Gran. Es liefs sich deutlich wahrnehmen, dafs während des Glühens etwas Schwefelsäure mit fortgerissen wurde. Ich liefs das Salz noch eine halbe Stunde lang über der Weingeistflamme glühen; es nahm indessen nur noch 0,6 Gran ab. An mehreren Stellen war es ziegelroth geworden; löste sich in Wasser nicht vollkommen mehr auf, sondern setzte einen geringen rothen Satz ab, über welchem die Flüssigkeit wasserhell sich aufhellte.

b) 50 Gran des Salzes mit Chlorbaryum gefällt, gaben 38,712 Procent Schwefelsäure zu erkennen.

c) 50 Gran des Salzes mit kohlen saurem Natron gefällt, gaben einen Niederschlag, der 34,75 Proc. Manganoxydul anzeigte.

Hiernach besteht dieses Salz aus:

Manganoxydul	34,750
Schwefelsäure	38,712
Wasser	26,100
	<hr/>
	99,562.

Es ist ersichtlich, dafs dieses Salz, rücksichtlich der

Verhältnisse der Säure und Base mit dem neutralen Salze übereinstimmt, daß es aber durch einen anderen Wassergehalt wesentlich davon sich unterscheidet, und darin dem einen Salze sich nähert, welches Pfaff untersucht hat; die Verhältnisse der Säure und Base aber, welche Pfaff angiebt, weichen gänzlich ab. Der Wassergehalt in unserem Salze dürfte mit dem Verhältnisse von 3 Atomen Wasser auf 1 Atom Salz übereinkommen. Legen wir dieses Verhältniß zum Grunde, so finden wir:

Manganoxydul	1 Atom	455,787	35,212
Schwefelsäure	1 -	501,165	38,718
Wasser	3 -	337,440	26,070
		1294,392	100.

Mit diesem Resultat der Theorie stimmt das des Versuches wesentlich überein, und wenn im letzteren im Verhältniß der Säure zum Manganoxydul 0,46 Manganoxydul weniger erhalten wurden, so liegt dieses hauptsächlich darin, daß dem untersuchten Salze noch eine geringe Menge freier Säure anklebte.

Da ich in L. Gmelin's vortrefflichem Handbuche der Chemie dieses Salz nicht aufgeführt fand, so glaubte ich bereits ein noch unbekanntes Hydrat des Manganoxydulsulfates gefunden zu haben. Berzelius bemerkt indessen in seinem Lehrbuche der Chemie, Bd. II. S. 710: »Unter schnellem Einkochen der Auflösung wird das Salz als ein weißes Pulver niedergeschlagen.« Dieses Pulver ist ohne Zweifel das hier untersuchte Salz mit 3 Atomen Wasser. In Fechner's Ausgabe der Thénard'schen Chemie, Bd. III. S. 182., findet sich dieselbe Bemerkung von Berzelius, und ferner eine Angabe von Thomson, daß dieses Salz gegen 3 Atome Wasser auf 1 At. Salz enthalte, und in Wasser schwer auflöslich sey. Die erste Angabe über den Wassergehalt dieses Salzes haben die vorstehenden Versuche vollkommen bestätigt, was aber die Schwerlöslichkeit dieses Salzes betrifft, so kann ich

damit nicht übereinstimmen. Auch scheint es mir unwahrscheinlich; denn wenn dieses Salz mit hinreichender Menge Wasser in Berührung kömmt, so wird es bald in das Salz mit 4 Atomen Wasser übergehen, welches viel auflöslicher ist, als selbst die vorhandenen Angaben darüber aussagen, wie ich weiter unten zeigen werde. Indessen ist das Salz mit 3 Atomen Wasser eine wohl bestimmte Hydratstufe des schwefelsauren Manganoxyduls, die, wie ich später anführen werde, auch unter anderen Verhältnissen sich bilden kann.

3) Schwefelsaures Manganoxydul mit mehr als 4 Atomen Wasser.

Bei der Darstellung von schwefelsaurem Manganoxydul nach der Bachmann'schen Methode, erhielt ich, als die Lauge im Winter bei einer mittleren Temperatur von $+3$ bis 4° R. dem Krystallisiren überlassen wurde, ein Salz von nur wenig röthlich gefärbten durchsichtigen Krystallen, in mehr rhomboidalen Formen. Ungeachtet dieses Salz mehrere Wochen zwischen öfter gewechseltem Papier gelegen hatte, fühlte es sich immer noch etwas feucht an, wenn es kurze Zeit in der Hand gehalten wurde. Das äufere Ansehen dieses Salzes veranlafste mich, dasselbe auf seinen Wassergehalt zu prüfen.

a) 50 Gran dieses Salzes wurden im Porcellantiegelchen über der Weingeistlampe erhitzt. Schon nach kurzer Zeit floss dieses Salz vollkommen in seinem Krystallwasser. Dieses Verhalten deutete auf einen gröfseren Wassergehalt, als bei dem Salze mit 4 Atomen Wasser; denn dieses Salz knistert zwar etwas beim Erhitzen, aber es fließt nicht in seinem Krystallwasser. Nach und nach wurde es trocken, knisterte stark und wurde zuletzt fast rein weiß und undurchsichtig. Der Verlust betrug 225 Gran = 45 Procent. Wenn dieses Salz 7 Atome Wasser enthält, so würde dasselbe zusammengesetzt seyn wie folgt:

Schwefelsaures Manganoxydul	1 At.	956,952	54,975
Wasser	7 -	787,360	45,025
	1 At.	1744,312	100.

b) Da dieses Salz rücksichtlich des Wassergehaltes sehr mit dem übereinstimmt, welches Pfaff untersucht hat, in diesem Salze aber, nach Pfaff, die Verhältnisse der Säure sehr abweichen von dem Verhältniß von 1 At. Säure zu 1 At. Base, so hielt ich es nicht für überflüssig, dieses Salz zu analysiren. Eine Auflösung von 100 Gran des Salzes wurde mit kohlensaurem Natron gefällt. Der entstandene Niederschlag wog 40,5 Gran. Durch scharfes Glühen gab dieses Manganoxydul-Carbonat 28,5 Gran Oxydul-Oxyd = 26,753 Oxydul. Eine andere Auflösung von 100 Gran des Salzes wurde mit Chlorbaryum gefällt. Es entstanden dadurch 80,25 Gran Schwerspath, die 28,338 Gran Schwefelsäure anzeigen. Diese Verhältnisse weichen von den von Pfaff gefundenen merklich ab, und stimmen vielmehr mit dem des neutralen Manganoxydulsulfates überein, welches folgende Zusammenstellung zeigt:

	Theorie.		Versuch.
Manganoxydul	1 Atom	26,222	26,753
Schwefelsäure	1 -	28,753	28,338
Wasser	7 -	45,025	45,000
	1 Atom	100	100,191.

Wenn das Salz mit 7 Atomen Wasser in einer Temperatur von 6 bis 8° R. zwischen Papier gepreßt wird, so verliert es nach und nach gegen 3 Procent Wasser und wird farblos, so daß der Stich in's Rosenfarbene fast völlig verschwindet. Stellt man dasselbe Salz der Einwirkung der Luft bloß, in einer Temperatur von 7 bis 9° R., so verliert es nach einigen Tagen gegen 4,9 Procent Wasser, dann aber verliert es in dieser Temperatur nicht merklich mehr. Dieses scheint dafür zu

damit nicht übereinstimmen. Auch scheint es mir unwahrscheinlich; denn wenn dieses Salz mit hinreichender Menge Wasser in Berührung kömmt, so wird es bald in das Salz mit 4 Atomen Wasser übergehen, welches viel auflöslicher ist, als selbst die vorhandenen Angaben darüber aussagen, wie ich weiter unten zeigen werde. Indessen ist das Salz mit 3 Atomen Wasser eine wohl bestimmte Hydratstufe des schwefelsauren Manganoxyduls, die, wie ich später anführen werde, auch unter anderen Verhältnissen sich bilden kann.

3) Schwefelsaures Manganoxydul mit mehr als 4 Atomen Wasser.

Bei der Darstellung von schwefelsaurem Manganoxydul nach der Bachmann'schen Methode, erhielt ich, als die Lauge im Winter bei einer mittleren Temperatur von $+3$ bis 4° R. dem Krystallisiren überlassen wurde, ein Salz von nur wenig röthlich gefärbten durchsichtigen Krystallen, in mehr rhomboïdalen Formen. Ungeachtet dieses Salz mehrere Wochen zwischen öfter gewechseltem Papier gelegen hatte, fühlte es sich immer noch etwas feucht an, wenn es kurze Zeit in der Hand gehalten wurde. Das äufsere Ansehen dieses Salzes veranlafste mich, dasselbe auf seinen Wassergehalt zu prüfen.

a) 50 Gran dieses Salzes wurden im Porcellantiegelchen über der Weingeistlampe erhitzt. Schon nach kurzer Zeit floss dieses Salz vollkommen in seinem Krystallwasser. Dieses Verhalten deutete auf einen gröfseren Wassergehalt, als bei dem Salze mit 4 Atomen Wasser; denn dieses Salz knistert zwar etwas beim Erhitzen, aber es fließt nicht in seinem Krystallwasser. Nach und nach wurde es trocken, knisterte stark und wurde zuletzt fast rein weifs und undurchsichtig. Der Verlust betrug 225 Gran = 45 Procent. Wenn dieses Salz 7 Atome Wasser enthält, so würde dasselbe zusammengesetzt seyn wie folgt:

Schwefelsaures Manganoxydul	1 At.	956,952	54,975
Wasser	7 -	787,360	45,025
	1 At.	1744,312	100.

b) Da dieses Salz rücksichtlich des Wassergehaltes sehr mit dem übereinstimmt, welches Pfaff untersucht hat, in diesem Salze aber, nach Pfaff, die Verhältnisse der Säure sehr abweichen von dem Verhältniß von 1 At. Säure zu 1 At. Base, so hielt ich es nicht für überflüssig, dieses Salz zu analysiren. Eine Auflösung von 100 Gran des Salzes wurde mit kohlensaurem Natron gefällt. Der entstandene Niederschlag wog 40,5 Gran. Durch scharfes Glühen gab dieses Manganoxydul-Carbonat 28,5 Gran Oxydul-Oxyd = 26,753 Oxydul. Eine andere Auflösung von 100 Gran des Salzes wurde mit Chlorbaryum gefällt. Es entstanden dadurch 80,25 Gran Schwerspath, die 28,338 Gran Schwefelsäure anzeigen. Diese Verhältnisse weichen von den von Pfaff gefundenen merklich ab, und stimmen vielmehr mit dem des neutralen Manganoxydulsulfates überein, welches folgende Zusammenstellung zeigt:

	Theorie.		Versuch.
Manganoxydul	1 Atom	26,222	26,753
Schwefelsäure	1 -	28,753	28,338
Wasser	7 -	45,025	45,000
	1 Atom	100	100,191.

Wenn das Salz mit 7 Atomen Wasser in einer Temperatur von 6 bis 8° R. zwischen Papier geprefst wird, so verliert es nach und nach gegen 3 Procent Wasser und wird farblos, so daß der Stich in's Rosenfarbene fast völlig verschwindet. Stellt man dasselbe Salz der Einwirkung der Luft bloß, in einer Temperatur von 7 bis 9° R., so verliert es nach einigen Tagen gegen 4,9 Procent Wasser, dann aber verliert es in dieser Temperatur nicht merklich mehr. Dieses scheint dafür zu

sprechen, daß sich in diesem Fall ein Salz mit 6 Atomen Wasser bildet. Ein solches würde bestehen aus:

Schwefelsaurem Manganoxydul	1 At.	956,952	58,645
Wasser	, 6 -	674,880	41,355
		<hr/>	
		1631,832	100.

Der oben bemerkte Gewichtsverlust von 4,9 Procent, welchen das Salz mit 7 Atomen Wasser in der angezeigten Temperatur erleidet, würde ergeben 42,138 Procent Wasser.

Wenn das Salz, welches bis dahin vom Wasser befreit worden ist, ferner einer Temperatur von 10 bis 12° R. ausgesetzt wird, so verwittert es, wird völlig opak, und nach 8 bis 10 Tagen beträgt der Gewichtsverlust gegen 16 Proc. Die weitere Abnahme erfolgt nun langsamer und steigt endlich auf 18,6 Procent. Dieses würde geben für das rückständige Salz:

Schwefelsaures Manganoxydul	67,58
Wasser	32,42
<hr/>	
100.	

Das Salz verliert demnach so viel Wasser in der bemerkten Temperatur, bis es das Salz mit 4 Atomen Wasser darstellt. Es bildet dann eine völlig weiße Masse von einem verwitterten Ansehen.

Da aus den vorstehenden Versuchen sich ergibt, daß das schwefelsaure Mangan je nach den Temperaturen, die bei seiner Bildung wirken, verschiedene Hydrate giebt, so versuchte ich noch, ein Salz in einer noch niedrigeren Temperatur darzustellen, als die vorigen. Es wurde demnach eine concentrirte Auflösung des Salzes in eine Temper. gestellt, die fast stets 1 bis 3° unter 0° R. war. Nach einigen Wochen hatten sich in der Auflösung kleine rhomboidale Tafeln gebildet; prismatische Formen zeigten sich nicht dabei. Die Flüssigkeit wurde abgegossen und in derselben kalten Temperatur das kry-

stallisirte Salz auf feines Löschpapier gelegt, bis dieses nicht mehr genäfst wurde. Zwischen den Fingern zerflossen die Krystalle nach kurzer Zeit; sie waren völlig durchsichtig und besaßen ein eisartiges glänzendes Ansehen.

Von diesem Salze wurden 100 Gran in einem Porcellantiegelchen erhitzt, das Salz kam bald in Flufs, knisterte sehr stark und verhielt sich in der Wärme genau wie das Salz mit 7 Atomen Wasser. Der Gewichtsverlust betrug 45,69 Gran. Es hatte sich also in der bemerkten Temperatur dasselbe Salz mit 7 Atomen Wasser gebildet, womit der Wassergehalt genau übereinstimmt, und es war kein Salzhydrat mit mehr Wasser entstanden, wie ich anfangs zu vermuthen geneigt war.

4) Verhalten des geglühten schwefelsauren Manganoxyduls an der Luft.

100 Gran krystallisirtes schwefelsaures Manganoxydul wurden im Wasserdampfbade 2 Stunden lang erhitzt. Sie hatten dadurch 29,5 Gran abgenommen. Nach fernern zweistündigen Erhitzen betrug der Verlust im Ganzen 31 Gran; durch darauf eingeleitetes vorsichtiges Glühen stieg der Verlust auf 32,7 Gran. Das Salz wurde hierauf in einer Platinschale lose bedeckt, der Einwirkung der Luft blofs gestellt. Nach zwei Stunden hatte sich das Gewicht desselben durch Anziehen von Feuchtigkeit um 2 Gran vermehrt, am folgenden Tage wiederum um 2 Gran, am dritten Tage auf's Neue um 2,5 Gran; nach mehreren Tagen endlich betrug die ganze Menge des absorbirten Wassers 21,7 Gran, indem die ganze Gewichtsmenge des Salzes 89 Gran wog. Jetzt nahm das Gewicht auch nach mehreren Wochen nicht mehr zu.

Das Salz, welches zu diesem Versuche diente, war das röthliche Salz, worin wir 66,217 Procent wasserleeres Salz fanden. Der ganze Wassergehalt desselben betrug also jetzt $89 - 66,217 = 22,783$ Gran.

Es scheint hiernach, daß das wasserleere Salz an der Luft zum größten Theil seinen Gehalt an Krystallwasser wieder anzieht; aber nicht völlig, sondern nur in so weit, daß es zu dem Salze mit 3 Atomen Wasser wird. Berechnen wir die 66,217 wasserleeres Salz mit den absorbirten 22,783 Wasser nach dem Verhältniß des Wassergehaltes des Salzes mit 3 Atomen Wasser, so erhalten wir:

Schwefelsaures Manganoxydul	73,281
Wasser	26,719
	<hr/>
	100.

Dieses Verhältniß stimmt zu nahe mit der Zusammensetzung des analysirten opaken Salzes überein, als daß über die aufgestellte Ansicht noch ein Zweifel obwalten könnte. Dieser Versuch beweist ferner, daß diese Hydratstufe eine wohl bestimmte sey. Hiefür sprechen auch noch folgende Versuche:

a) 25 Gran krystallisirtes schwefelsaures Manganoxydul mit 4 Atomen Wasser wurden auf ein Uhrgläschen neben einer Schale mit rectificirter Schwefelsäure unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht. Die Luftentziehung wurde nicht bis zur äußersten Grenze getrieben. Nach einigen Tagen hatten die Krystalle ihre Durchsichtigkeit gänzlich verloren und waren milchweifs, opak. Sie hatten nach dieser Zeit nur 1 Gran an Gewicht abgenommen. Auf's Neue der Einwirkung des Vacuums ausgesetzt, stieg der Verlust, als das Schälchen nach 6 Tagen wieder gewogen wurde, auf 2,5 Gran, folglich auf 10 Procent. Bei Wiederholung eines Versuches, wo statt der Schwefelsäure Chlorcalcium als absorbirendes Mittel für das Wasser gebraucht wurde, wurde dasselbe Resultat erhalten. Unter diesen Umständen war also die Wasserentziehung nur so weit gegangen, daß sie nahe mit der Absorptionsgrenze des wasserleeren Salzes für Wasserdunst übereinstimmt, indem wir in letzter-

merktem Falle 89 Salz erhielten, und in diesem Versuche mit dem Vacuo das wasserhaltige auf 90 Procent reducirten. Man kann daher annehmen, dafs auch in diesem Falle das Salz mit 3 Atomen Wasser sich bildet.

5) Schwefelsaures Mangan mit 4 Atomen Wasser und Alkohol.

a) Ueber einen Theil des Mangansalzes wurde absoluter Alkohol geschüttet, und 8 Tage, unter häufigem Umschütteln, damit in Berührung gelassen. Ein Theil der Krystalle war durch das Schütteln zu einem opaken Pulver zerfallen, die Krystalle waren von Aussen ebenfalls matt geworden, im Innern waren sie unverändert. Das Alkohol wurde abgegossen, das Salz zwischen Papier geprefst und kurze Zeit an die Luft gelegt, um den noch anhängenden Alkohol zu entfernen. In der Meinung, dafs der Alkohol dem Salze vielleicht Krystallwasser entzogen haben könne, nahm ich 25 Gran des zu Pulver zerfallenen Salzes, welches dem Alkohol die meiste Berührung dargeboten hatte, und liefs diese glühen. Der Verlust betrug 8,25 Gran; bei stärkerem Glühen wurde der Verlust noch um 0,3 Gran vermehrt, das Salz war aber am Boden roth geworden.

Denselben Versuch wiederholte ich mit 25 Gran der ganzen Krystalle; diese gaben einen Verlust von 8,2 Gr.

Das Salz knisterte etwas beim Erhitzen, kam aber nicht in Flufs, und die aufsteigenden Dämpfe rochen nicht im Mindesten nach Alkohol.

Der Alkohol entzieht unter den obigen Verhältnissen, wo die Temperatur im Durchschnitt 10° R. betrug, dem Salze mithin nichts von seinem Krystallwasser.

b) Um bestimmt zu erfahren, ob das schwefelsaure Manganoxydul in Alkohol auflöslich sey oder nicht, wurde der im vorigen Versuch von dem Salze getrennte Alkohol einer Destillation unterworfen, und die letzten Antheile der Flüssigkeit in einem Uhrgläschen verdunstet.

Es blieb aber keine Spur eines Salzrückstandes zurück. Unter den obigen Verhältnissen ist also das schwefelsaure Mangan in Alkohol unlöslich.

c) Es wurde jetzt ein Theil des Mangansalzes mit 4 Atomen Wasser mit absolutem Alkohol eine Viertelstunde lang gekocht. Der Alkohol wurde abgegossen, das Salz war durch und durch opak geworden. Es wurde geprefst, und als es von anhängender Feuchtigkeit befreit worden war, wurden 50 Gran desselben gegläht. Der Verlust betrug 13,25 Gran. Dieses opake Salz bestand demnach aus:

Schwefelsaurem Manganoxydul	73,5
Wasser	26,5
	<hr/>
	100.

Dieser Versuch zeigt, daß der absolute Alkohol in höheren Temperaturen dem Salze ein Atom Wasser entzieht, und es zu dem opaken Salze mit 3 Atomen zurückführt.

Schwefelsaures Manganoxydul mit 4 Atomen Wasser und Aether.

Absoluten Aether liefs ich mehrere Tage mit dem Salze unter öfteren Umschütteln in Berührung. Das Salz zeigte keine Veränderung, es war nicht opak geworden, sondern hatte seine Durchsichtigkeit völlig behalten. 25 Gr. des vom Aether befreiten Salzes wurden erhitzt. Der Verlust betrug 8,6 Gran. Es hatte demnach das Salz seinen völligen Wassergehalt behalten. Auch hatte der Aether nichts von dem Salze aufgelöst, denn er hinterliefs nach dem Verdunsten keinen Rückstand.

Schwefelsaures Manganoxydul mit 4 Atomen Wasser und Terpentinöl.

Ein Theil des Salzes wurde mit Terpentinöl zum Sieden erhitzt. Als das Oel kochte, sank das Salz zu-

sammen, wurde compact, opak und hart. Das abgegossene Oel hinterliess nach Verdunsten keinen Salzrückstand. Das Salz wurde ausgepresst und gegläht; 20 Gr. verloren dabei 5,25 Gran = 26,25 Procent Wasser. Es hatte sich also das Salz mit 3 Atomen Wasser gebildet.

Schwefelsaures Manganoxydul mit 4 Atomen Wasser
und Wasser.

In den Lehrbüchern der Chemie wird gewöhnlich angegeben, daß dieses Salz $2\frac{1}{2}$ Theile kaltes Wasser zur Auflösung erfordere. Nicht nur um dieses zu prüfen, sondern auch um zu versuchen, wie ein Salz mit diesem Wassergehalte in höheren Temperaturen sich verhalte, hielt ich es für angemessen, diese Verhältnisse einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen.

a) Einen Theil des Salzes liess ich in Berührung mit Wasser unter öfterem Umschütteln mehrere Tage stehen. Die hell abgegossene Flüssigkeit war durchsichtig, dicklich von Syrupconsistenz und hatte eine Temperatur von 5° R. 135 Gran dieser Auflösung liess ich in einer Platinschale verdunsten und den trocknen Rückstand ausglühen. Es hinterblieben 43 Gran wasserleeres Salz. Hiernach sind in der Auflösung bei 5° R. 32 Procent wasserleeres Salz enthalten. Der Versuch wurde mit einer neuen Auflösung auf gleiche Weise wiederholt. 112 Gran dieser Auflösung gaben 40 Gran wasserleeres Salz = 33,1 Procent. Ich muß bemerken, daß man beim Erhitzen der Auflösung sehr behutsam verfahren muß; denn wenn das Salz anfängt trocken zu werden, so knistert es sehr bei starkem Erhitzen, und springt in Stücken weg.

Eine concentrirte Auflösung des Salzes, die beim Kochen noch unaufgelöstes Salz enthielt, liess ich erkalten bis zu 5° R. Von der hellen Auflösung, die von dem ungelösten Salze abgegossen worden war, wurden 231 Gran verdunstet und der Rückstand gegläht. Die-

ser betrug 81 Gran = 35 Procent. Bei einer nochmaligen Wiederholung des Versuchs gaben 122 Gran der Auflösung 26 Gran wasserleeres Salz = 36,1 Procent. Nehmen wir an, daß dieser letztere Versuch als der richtigste anzusehen sey, weil die meiste Menge Salz darin aufgelöst wurde, so finden wir für die gesättigte Auflösung von 5° R.:

Salz krystallisirt	53,1	1,000	1,132
Wasser	46,9	0,883	1,000
	100	1,883	2,132.

Um die Richtigkeit dieses, von den früheren Angaben über die Auflöslichkeit dieses Salzes so bedeutend abweichenden Resultats nochmals zu controlliren, gab ich in ein Probirgläschen 80 Gran Wasser und 90 Gr. Salz. Nach einiger Zeit hatte sich letzteres völlig aufgelöst, ich gab nun nach und nach Salz in einzelnen Granen nach. Es lösten sich auf diese Weise noch 8 Gran auf. Jetzt war die Flüssigkeit gesättigt, denn selbst nach 8 Tagen nahm sie nichts mehr auf. Es waren hier also in 80 Gran Wasser 98 Gran krystallisirtes Salz aufgelöst worden. Dieses würde 55 Procent krystallisirtes Salz für die Auflösung von 5° R. geben. Da aber das krystallisirte Salz oft 1 bis 2 Procent Wasser mechanisch eingeschlossen hält, so bin ich geneigter, das vorige Resultat als das der Wahrheit am nächsten kommende und dieses mehr als ein bestätigendes zu betrachten.

b) Eine bei 5° R. gesättigte Auflösung des Salzes erhitze ich und setzte nach und nach noch Salz hinzu. Das Ganze fand sich in einem weitmündigen Glase, und in die Flüssigkeit tauchte ein Thermometer mit einer auf das Glas eingezätzten Skale. Die Auflösung war durchsichtig, bei 74° R. aber begann sie von ihrer Durchsichtigkeit zu verlieren, bei 75° bildeten sich auf der Oberfläche Salzrinden, die ganze Flüssigkeit begann sich zu trüben, bei 78° war der Boden mit Salzrinden bedeckt, bei 80°

war

war die ganze Flüssigkeit dick, trübe, gallertartig. Sie erreichte eine Temperatur von $81,7^{\circ}$ R., wo der Siedepunkt constant blieb. Ich liess die Flüssigkeit, die gegen 2000 Gran des Salzes enthalten mochte, mit hineingestelltem Thermometer erkalten. Sie hellte sich nach und nach wieder auf, die Salzrinden verschwanden, und als die Temperatur auf 17° R. gesunken war, hatte das ausgeschiedene Salz völlig sich wieder aufgelöst.

Wenn die Flüssigkeit lange erhitzt wurde, so dass ein merklicher Theil Wasser verdunstete, so verlor sie beim Erkalten zwar einen grossen Theil ihrer trüben Beschaffenheit, wurde aber auch bei 5° R. nicht völlig klar, und am Boden schieden sich nach und nach kleine Krystalle aus.

Wurde eine völlig klare Auflösung, die bei 5° R. ganz gesättigt war, in einem Glase mit enger Mündung bis zum Sieden erhitzt, so trübte sie sich, und wurde endlich ganz weiss und undurchsichtig. Stellt man sie jetzt zum Erkalten hin, so wird sie nach und nach völlig wieder klar.

Es ergibt sich also deutlich, dass das Salz in der Siedhitze schwerer auflöslich ist, als in der Kälte, und zu denen mithin gehört, deren in der Kälte gesättigte Auflösungen in der Siedhitze gerinnen.

Um zu versuchen, wie viel die Menge des sich ausscheidenden Salzes betrage, gab ich in ein Gläschen mit engem Halse eine bei 5° R. gesättigte Auflösung. Das Gewicht derselben betrug 460 Gr. Als sie bis zum Sieden erhitzt worden war, und dieses einige Minuten gedauert hatte, schlugen sich in der Flüssigkeit kleine krystallinische Salzkörner nieder, die nach und nach Salzrinden bildeten. Die Ausscheidung konnte nicht von Verdunstung des Wassers herrühren, denn während der ganzen Dauer des Erhitzens waren nur 1,2 Gran Wasser verdunstet. Ich goss die heisse Flüssigkeit von dem Salze ab. Letzteres wog 5 Gran. Während der kurzen Zeit

des Siedens, einige Minuten, scheidet sich also etwas mehr als 1 Procent des Salzes aus. Erhitzt man länger, so wird die Abscheidung beträchtlicher.

Ich hielt es für angemessen, zu untersuchen, ob das Salz, welches auf diese Weise durch Kochen sich abscheidet, rücksichtlich seines Wassergehaltes Veränderungen zeige. Es war aber schwierig, dieses Salz in einiger Menge zu erhalten. Auf dem Filter erkältete die Flüssigkeit sich zu schnell; es löste sich fast Alles wieder auf, und die Auflösung war auch so dickflüssig, daß sie kaum sich filtriren liefs. Setzte man den Filtrirapparat in eine Atmosphäre von Wasserdampf oder in ein heißes Wasserbad, so wurde auch kein genügendes Resultat erhalten. Ich verfuhr daher so, daß ich die kochende trübe Flüssigkeit von den sich gesenkt habenden Salzrinden abgoß, diese schnell auf warmes Papier brachte, und zwischen oft erneuerten Lagen presste. Die Masse wurde aber dessen ungeachtet so weich beim Abkühlen, daß der größte Theil sich in's Papier sog, und jedesmal nur einige Grane festes Salz zurückblieben; so daß ich diese Procedur oft wiederholen mußte, ehe ich eine zum Versuch hinreichende Menge des Salzes erhielt. Das so erhaltene Salz war weiß, hart, knisterte beim Erhitzen etwas, wurde weich, zerfloß aber nicht. 30 Gran verloren durch Erhitzen 9,7 Gran = 32,33 Procent. Das Salz hatte sich also wieder als Salz mit 4 Atomen Wasser ausgeschieden. Es folgt also, daß wenn dieses Salz aus einer heißen Auflösung sich abscheidet, wo es also mit einer überflüssigen Menge Wasser noch in Berührung, es unverändert seinen Wassergehalt wieder aufnimmt. Wir werden weiter unten sehen, daß bei dem Salze mit 7 Atomen Wasser, wenn dieses durch Erhitzen in seinem Krystallwasser zum Schmelzen gebracht worden ist, andere Verhältnisse eintreten, indem alsdann ein Salz mit 2 Atomen Wasser sich ausscheidet.

Eine concentrirte Auflösung des Salzes liefs ich eine

ziemliche Zeit kochen in einem weitmündigen Glase, so daß nicht alles ausgeschiedene Salz beim Erkalten sich wieder auflösen konnte. Das Unaufgelöste setzte sich in dicken Rinden zusammen, und bildete endlich eine undurchsichtige, schneeweisse, sehr harte Masse von dichtem Gefüge. Ungeachtet dieses Ansehens war auch dieses Salz das mit 4 Atomen Wasser, denn 31 Gran desselben verloren durch Glühen 9,5 Gran = 30,8 Procent.

Um die Auflöslichkeit des Salzes bei andern Temperaturgraden zu bestimmen, erhitze ich eine ziemliche Menge Salz mit Wasser, bis die trübe gewordene Auflösung 81,5° R. Temperatur zeigte. An eine Filtration dieser Auflösung liefs sich nicht denken, ohne daß die Temperaturveränderung auf ihren Gehalt einen bedeutenden Einfluß ausgeübt hätte. Ich zog es daher vor, nachdem sich die entstandenen Salzirinden abgesetzt hatten, einen Theil der nun weniger trüben Auflösung auszugießen in ein tarirtes und erwärmtes Platinschälchen, und nun tropfenweise mittelst eines Tropftrichters heifses Wasser in einzelnen Tropfen unter Umrühren zufallen zu lassen, bis eine klare Flüssigkeit entstanden war. Es waren hierzu auf fast 200 Gran der Auflösung kaum 8 bis 9 Tropfen nöthig, so daß hierdurch jedenfalls kein bedeutender Fehler entstehen konnte, und das Resultat sicherer ausfallen mußte, als ohne dieses Verfahren. Die Temperatur nahm während des Absetzens und Ausgießens der Auflösung aber um 0,5° R. ab, so daß sie nur noch 81° betrug.

Auf diese Weise erhielt ich von einer Auflösung, die 206 Gran wog, 66 Gran wasserleeres Salz = 32,04 Procent, in einem anderen Versuche 34 Procent, und als ich die trübe Auflösung, ohne den bemerkten Wasserzusatz verdunstete, nachdem aber so viel wie möglich die entstandenen Salzirinden sich abgelagert hatten, von einer Auflösung, die 96 Gran betrug, 35 Gran wasserleeres Salz = 36,6 Procent. Es ist klar, daß dieser Versuch

nicht in Betracht kommen kann, er zeigt indess, daß die die Auflösung trübenden Theile, die sich beim Kochen der Auflösung abscheiden, nicht sehr bedeutend sind. Nehmen wir das Mittel aus den beiden ersten Versuchen als richtig an, daß die kochende Auflösung 32,04 und 34 Procent enthält, so erhalten wir 33,02 Procent als Mittel. Der Versuch, wo 34 Procent gefunden wurden, stimmt auch einigermaßen mit dem Versuch überein, wo die Auflösung von 5° R., die 36,1 Procent wasserleeres Salz enthält, nach sehr kurzem Erhitzen schon fast 1,25 Procent Salz fallen liefs, und danach eine Auflösung zurückliefs, die 34,75 Procent wasserleeres Salz noch enthalten mußte. Die Auflösung von 81° R. ist also zusammengesetzt aus:

Krystallisirt. Salz	48,4	1,00	0,93
Wasser . . .	51,6	1,07	1,00
	<hr/> 100	<hr/> 2,07	<hr/> 1,93.

Ich liefs die Flüssigkeit erkalten, bis sie eine Temperatur von 60° erreicht hatte. Diese Auflösung gab 40,1 Proc. wasserleeres Salz. Hiernach enthält die Auflösung von 60° R.

Krystallisirtes Salz	59	1,00	1,44
Wasser	41	0,69	1,00
	<hr/> 100	<hr/> 1,69	<hr/> 1,44.

Als die Auflösung bis zu 30° R. erkaltet war, liefs ich 102 Gr. derselben verdunsten. Diese Auflösung war völlig durchsichtig und frei von trübendem Stoff, der theils sich wieder aufgelöst, theils zu Boden gesenkt hatte. Nach Verdunsten der Flüssigkeit und Ausglühen des Rückstandes blieben 70 Gran wasserleeres Salz zurück = 40,7 Procent. Die Auflösung von 30° R. enthält sonach:

Krystallisirtes Salz	59,9	1,00	1,49
Wasser	40,1	0,67	1,00
	<hr/> 100	<hr/> 1,67	<hr/> 2,49.

Die Auflösung von 30° hat also fast dieselben Verhältnisse, wie die Auflösung von 60°.

Als die Temperatur der Auflösung bis zu 15° R. herabgesunken war, gab sie 37,5 Procent wasserleeres Salz. Dieses giebt:

Krystallisirtes Salz	55	1,00	1,22
Wasser	45	0,82	1,00
	100	1,82	2,22.

Endlich prüfte ich noch den Gehalt der Auflösung von 8° R., und fand darin 38 Procent wasserleeres Salz. Dieses würde ergeben:

Krystallisirtes Salz	56	1,00	123
Wasser	44	0,79	100
	100	1,79	123.

Es erfordert sonach:

1 Salz bei	5° R.	0,883	Wasser
1 - -	8	0,790	-
1 - -	15	0,820	-
1 - -	30	0,670	-
1 - -	60	0,690	-
1 - -	81	1,070	-

Es dürfte aus diesen Resultaten der Schlufs sich ergeben, dafs das Salz von 8 bis 15° R. in seiner Auflöslichkeit sich ziemlich gleich bleibe, von 30 bis 60° nimmt die Auflöslichkeit zu, dann aber nimmt sie merklich ab, und in der löslichen Temperatur, in der Siedhitze, ist das Salz am schwerlöslichsten. Es ist dieses gewifs eine interessante Erscheinung. Beim schwefelsauren Eisenoxyd habe ich ähnliche Verhältnisse gefunden, dieses Salz nimmt bis zu 70° R. an Auflöslichkeit zu, und darauf wieder ab; aber dessen ungeachtet ist es bei 80° R. viel auflöslicher, als bei 12° R. *).

*) Archiv des Apothekervereins im nördlichen Teutschland, Bd. VII. S. 88.

löslichkeit des schwefelsauren Manganoxyduls von 5° bis zu 81° ist überhaupt nur sehr gering.

Die früheren Angaben über die Löslichkeit dieses Salzes bedürfen demnach eine bedeutende Berichtigung, da dasselbe so leichtlöslich ist, daß es bei mittlerer Temperatur nicht einmal sein gleiches Gewicht Wasser erfordert.

Verhalten des schwefelsauren Mangans mit 7 Atomen Wasser in der Wärme.

Etwas dieses Salzes wurde in einer Platinschale über der Weingeistlampe erhitzt. Schon bei 10° R. wurde das Salz weich; bei 15° wurde es zum Theil dickflüssig; bei 20° R. war es eine breiartige weiße Masse; bei 30° zeigten sich einzelne durchscheinende Stellen, und die Masse wurde dünnflüssiger, ohne daß indess eine völlige Auflösung des Salzes im Krystallwasser entstand, vielmehr erhielt sich dieser opake dickflüssige Zustand der Masse selbst bis zu 60° und endlich bis zum Kochen, wo sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit Salzirinden anlegten. Die warme dickflüssige Masse goß ich auf Papier und preßte sie schnell aus. Auf diese Weise wurde ein harter, fester, schneeweißer Körper erhalten. Da ich schon nach dem äußern Ansehn und dem ganzen Verhalten des Salzes beim Erhitzen schliessen konnte, daß sich ein anderes Hydrat des Salzes gebildet haben müsse, so ließ ich, um dieses durch einen Versuch zu prüfen, 50 Gr. des festen Körpers glühen. Es entstand dadurch ein Verlust von 10,5 Gran = 21 Procent. Mit hin bestand dieses Salz aus:

Schwefelsaurem Manganoxydul	79
Wasser	21
	<hr/>
	100.

Es läßt sich denken, daß dieses Salz eine Verbindung mit 2 Atomen Wasser ist, nämlich:

Schwefelsaures Manganoxydul	1 At.	956,952	19,1
Wasser	2 -	224,960	80,9
	1 At.	1181,912	100.

Die Analyse des Salzes ergibt zwar einen etwas größeren Wassergehalt, indessen rührt derselbe höchst wahrscheinlich von noch mechanisch beigemengten Salztheilchen mit mehr Wassergehalte her.

Das schwefelsaure Mangan mit 7 Atomen Wasser bietet also hier sehr merkwürdige Verhältnisse dar, wenn es für sich erhitzt wird, Verhältnisse, die denen analog sind, welche das schwefelsaure Natron mit seinem Krystallwasser zeigt, wenn es höheren Temperaturen ausgesetzt wird, und die ich bereits früher ausführlich untersucht habe *). Nach den Resultaten des vorstehenden Versuchs zerfällt das schwefelsaure Manganoxydul mit 7 Atomen Wasser demnach in der Wärme in ein Salz mit 2 Atomen Wasser, und tritt 5 Atome Wasser an den übrigen Theil des Salzes ab, welches eine Auflösung dieses Theils bewirkt, in welchem das Salz mit 2 Atomen Wasser sich nicht mehr auflösen kann, wegen Mangel an Wasser, und daher den undurchsichtigen Zustand der Auflösung bewirkt.

Das Verhalten des Salzes beim Erhitzen zeigt ferner, daß dasselbe mit 6 Atomen Wasser nur bei Temperaturen von 5 bis 8° R. noch bestehen kann, indem es bei 10° R. schon weich wird, und Wasser ausgiebt, in welchem sich ein Theil des Salzes auflöst.

Verhalten des schwefelsauren Salzes mit 6 und 7 Atomen Wasser gegen absoluten Alkohol und Bildung eines Salzes mit 5 Atomen Wasser.

Ich übergoss einen Theil des Salzes mit absolutem Alkohol, und ließ dieses unter öfterem Umschütteln mehrere Tage stehen. Das Salz verlor nach kurzer Zeit seine

*) Archiv des Apothekervereins im nördlichen Deutschland, Bd. VII. S. 151. 1824.

Durchsichtigkeit, wurde ganz opak und weiß. Schon dieses deutete auf eine Veränderung des Wassergehaltes. Der Alkohol wurde abgegossen, das Salz zwischen Papier geprefst, und alsdann wurden 50 Gran desselben geglühet. Das Salz wurde anfangs zwar etwas weich, kam aber gar nicht in Flufs, zischte merklich und hatte endlich 19 Gran an Gewicht verloren. Dieses Salz bestand demnach aus:

Schwefelsaurem Manganoxydul	62
Wasser	38
	<hr/> 100.

Es ist ersichtlich, dafs dieses Salz eine Verbindung von 1 Atom Salz mit 5 Atomen Wasser darstellt. Eine solche Verbindung würde bestehen aus:

Schwefelsaurem Manganoxydul 1 At.	956,952	62,98
Wasser 5 -	562,400	37,02
	<hr/> 3 At.	1519,352 100.

Ohne Zweifel hat Mitscherlich früher dieses selbige Salz untersucht, indem er früher 38,46 Procent Krystallwasser fand, und wahrscheinlich krystallisirt dieses Salz auch von selbst bei geeigneten Temperaturen, und kann auf den gröfseren Wassergehalt Einflufs haben, den das Salz mit 4 Atomen Wasser bei der Analyse mehr gab, und den ich von mechanisch beigemengten Wasser dort ableitete.

b) Einen Theil des Salzes mit 7 Atomen Wasser übergofs ich mit absolutem Alkohol und erhitzte das Ganze mit der Weingeistlampe, während ein Thermometer in die Flüssigkeit tauchte. Bei 12° R. wurde das Salz weich, aber nicht mehr flüssig, als wenn es für sich erhitzt wird; wahrscheinlich weil es schnell dem Alkohol den dazu nöthigen Theil Wasser abgibt. Bei fernerem Erhitzen bis zu 15° wurde es wieder härter, weiß, opak, und bei 20° war es fast gänzlich zu einem feinen Krystallmehl

zerfallen. Ich liefs das Ganze erkalten, gofs den Wein-
geist ab und presste das Salz aus; es stellte ein weisses
körniges Pulver dar. 50 Gr. dieses Salzes liefs ich aus-
glühen, und fand, dafs sie genau 16 Gr. verloren, mit-
hin 32 Procent. Es ist klar, dafs sich unter diesen Ver-
hältnissen das Salz mit 4 At. Wasser gebildet hatte.

c) Um zu sehen, ob dieses Salz in der Kälte sei-
nen dem Alkohol abgetretenen Wassergehalt wieder an-
züge, liefs ich ein Theil desselben mit dem wieder auf-
gegossenen zuvor davon getrennten Alkohol vier Tage
lang in Berührung, entfernte alsdann den Alkohol wie-
der und brachte das Salz zwischen Papier. 50 Gr. des
von der Feuchtigkeit befreiten Salzes wurden geglühet,
sie verloren 15,8 Gr. = 31,6 Proc. Wasser. Dieses er-
giebt; dafs das Salz dem Alkohol das abgetretene Was-
ser nicht wieder entzogen hatte.

d) Um zu versuchen, ob das Salz mit 7 At. Was-
ser unter Mitwirkung von Alkohol bei einer höheren Tem-
peratur zu einer noch niedrigeren Hydratstufe zurückge-
führt würde, liefs ich einen Theil dieses Salzes mit ab-
solutem Alkohol kochen. Das Salz wurde anfangs weifs,
undurchsichtig, bei einer Temperatur gegen 20° R. wurde
es zu einem körnigen Pulver, und bildete nach und nach
ein sich nicht weiter veränderndes Krystallmehl. Das
Ganze kochte und erreichte eine Temperatur von 61° R.
Der Alkohol wurde schnell abgegossen, das Salz war zu
einem schneeweissen Pulver geworden, als es ausgepresst
worden war. 50 Gran dieses Salzes wurden erhitzt. Es
kam dadurch nicht in Floss, der Wassergehalt entwich
unter geringerem Geräusch, als bei dem vorigen Salze,
und der Verlust betrug 13,1 Gran = 26,2 Proc. Wasser.
Es ist folglich das Salz mit 3 At. Wasser durch den be-
merkten Vorgang gebildet worden.

e) Um zu sehen, ob dieses Salz mit 3 At. Wasser
dem Alkohol das abgetretene Wasser zum Theil wieder
entziehen würde, brachte ich einen Theil desselben mit

dem abgegossenen Alkohol wieder in Berührung. Nach 4 Tagen entfernte ich den Alkohol wieder, und fand, daß 50 Gr. des ausgepressten Salzes 13,0 Gr. verloren. Das Salz hatte unter diesen Verhältnissen dem Alkohol also das abgetretene Wasser nicht wieder entzogen.

Verhalten des Salzes mit 7 Atomen Wasser gegen Weingeist von 55 Procent.

Einen Theil dieses Salzes erhitze ich mit Weingeist von 55 Procent. Schon bei 9° R. wurde das Salz weich, bei 10° fiel es aus einander zu feinem Krystallmehl, bei 12° wurde es weich, bei 15° war ein Theil schon ziemlich dickflüssig, bei 20° bildete das Salz eine weiße, undurchsichtige, dickflüssige Masse, bei 30° wurde diese ziemlich dünnflüssig, durchscheinend; dieses nahm zu, bis die Temperatur 60° erreicht hatte, wo die Masse wieder anfang dickflüssiger zu werden, bei 65° aber erstarrte plötzlich das Ganze zu einem weißen, opaken Krystallmehl. Ich goß die weingeistige Flüssigkeit heiß davon ab und presste das Salz. 35 Gr. desselben wurden geglähet, sie verloren 7,1 Gr. = 20,25 Proc. Wasser. Es resultirt hieraus, daß unter diesen Umständen in der höheren Temperatur das Salz mit 2 At. Wasser sich gebildet hatte. Zugleich zeigt auch dieser Versuch, daß das Salz mit 7 At. nur in niedrigeren Temperaturen existiren kann.

b) Ich wiederholte denselben Versuch. Als die Temperatur 65° R. erreicht hatte, erstarrte das flüssig gewordene Salz zu feinem Krystallmehl. Ich goß den Weingeist nicht ab, sondern ließ erkalten. Das Salz wurde beim Erkalten nicht wieder flüssig, sondern behielt seine starre Form, sank aber nach und nach zu einem festen Kuchen zusammen, welcher eine schneeweiße Farbe besaß. Der Weingeist wurde abgegossen; es senkte sich darin nach und nach eine geringe Menge von durchsichtiger, ölähnlicher Flüssigkeit zu Boden, die sich mit dem

Weingeist nicht mischte, und ohne Zweifel eine sehr concentrirte Salzauflösung war; bei $+3^{\circ}$ R. setzte sich nichts Krystallinisches daraus ab. Der entstandene Salzkuchen war dicht, hart und spröde. 50 Gr. dieses Salzes wurden gegläht. Der Verlust betrug 19,6 Gr. = 39,2 Procent. Es scheint hieraus herorzugehen, daß unter den genannten Verhältnissen das Salz mit 5 At. Wasser sich bildet, und bei längerer Berührung und noch niedrigerer Temperatur, diese war im Durchschnitt $+2^{\circ}$ R., vielleicht das Salz seinen Wassergehalt, bis zu 6 oder 7 At., wieder anzieht.

c) Einen Theil des Salzes erhitze ich mit Alkohol von genannter Stärke nur bis zu 50° R., so daß das Salz flüssig blieb, und liefs jetzt erkalten; bei 45° blieb die Masse flüssig, dasselbe noch bei 30° , nur war sie etwas dicklicher geworden, wie Oel. Eben so war sie noch bei 15° ; bei 10° war dieses weniger der Fall, bei 8° begann die Flüssigkeit zu erstarren, bei 6° war sie ganz fest und starr, so wie sie aber wieder bis 10° R. erhitzt wurde, fiel sie zu einem weichen Krystallmehl aus einander, welches alsbald wieder flüssig wurde.

Diese Versuche zeigen, daß das Salz mit 7 At. unter den hier erwähnten Umständen seinen Gehalt an Krystallwasser größtentheils, zu 4 At., bei einer Hitze von 65° R. dem Weingeist abgiebt, und daß dieser plötzliche Verlust das rasche Erstarren der Salzflüssigkeit bewirkt; daß dieses Salz bis 65° R. erhitzt beim Erkalten nicht wieder flüssig wird, zeigt, daß es dem Weingeist in dieser Zeit und bei diesen Temperaturen seinen demselben abgetretenen Wassergehalt nicht wieder entzieht, sondern erst bei einer ziemlich niedrigen Temperatur dieses der Fall ist. Wenn es aber nur bis zu 50° erhitzt wird, so behält es die bei 10 bis 12° schon eintretende Flüssigkeit bei, wenn es wieder erkaltet, und giebt also dem Weingeist unter diesen Verhältnissen seinen Wassergehalt nicht ab.

Um zu versuchen, ob Weingeist von 55 Proc. etwas dieses Salzes aufnehme, liefs ich Weingeist mit demselben kochen. 50° Gr. der heifs abgegossenen Flüssigkeit wurden verdampft und hinterliessen 1 Gr. wasserleeres Salz. Schwacher Weingeist nimmt also etwas Salz auf, aber in höchst unbedeutender Menge, kaum 0,2 Procent.

Verhalten des Salzes mit 7 Atomen Wasser gegen Aether.

Um zu versuchen, ob dieses Salz durch Berührung mit absolutem Aether Wasser verlieren würde, liefs ich einen Theil desselben mit absolutem Aether mehrere Tage unter öfterem Umschütteln stehen, die Temperatur war +4 bis 5° R. Der Aether wurde darauf abgegossen und das Salz auf Papier getrocknet.

50 Gr. des Salzes wurden geglühet. Es ging bald in völligen Fluß, welches schon darauf deutete, dafs es keine merkliche Veränderung erlitten hatte. Der Verlust betrug 21,5 Gr. = 43 Proc. Wasser. Dieses beweist deutlich, dafs unter obigen Umständen der Aether dem Salze kein Wasser entzieht.

Verhalten des Salzes mit 7 Atomen Wasser an der Luft.

In einer Temperatur von 4 bis 6° R. erleidet das Salz keine merkliche Veränderung. Als ich indefs 50 Gr. desselben in einer Temperatur von 8° R. mehrere Tage hatte stehen lassen, zeigte es eine Gewichtsabnahme von 3 Gr. Es war undurchsichtig weifs geworden, aber nicht gleichmäfsig, so dafs noch viele Stückchen dabei in einem ziemlich unveränderten Zustande sich befanden. Die fernere Gewichtsabnahme in der bemerkten Temperatur ging aber so langsam von Statten, dafs sie nach mehreren Tagen nur noch 0,5 Gran zugenommen hatte. Ich stellte das Salz hierauf in ein Zimmer, wo die Temperatur im Durchschnitt 10° R. betrug. Nach einigen Tagen betrug der ganze Gewichtsverlust 5 Gran. Nach wie-

derum 8 Tagen war derselbe auf 9,4 Gr. gestiegen, und das Salz zu dem mit 4 At. Wasser verwittert.

Ueber die rothe Färbung, welche das schwefelsaure Manganoxydul mitunter zeigt.

Schon im Eingange dieser Abhandlung ist der rosenfarbigen Färbung des schwefelsauren Manganoxyduls gedacht. Ohne Zweifel rührt diese nur von etwas Oxydul-Oxyd her. Dafür sprechen folgende Versuche:

Durch Erhitzen der Auflösung des röthlichen Salzes mit wenig Salpetersäure verschwindet die rothe Färbung nicht.

Wird die röthliche Auflösung mit einigen Körnchen Zucker gekocht, oder hat man das Salz mit Alkohol oder Aether behandelt, und löst es dann in Wasser auf, so erhält man völlig farblose Krystalle, wenn man die Auflösung dem Krystallisiren unterwirft. Dasselbe erfolgt, wenn man das röthlich gefärbte Salz gegläht hat, den Rückstand auflöst und wieder krystallisiren läßt. Das röthlich gefärbte Salz giebt bekanntlich eine röthlich gefärbte Auflösung mit Wasser, die farblosen Krystalle aber, oder die in eben bemerkten Versuche erhaltenen geben aber eine völlig wasserklare, farblose Auflösung.

Resultate der vorstehenden Versuche.

Die Resultate der vorstehenden Versuche sind wesentlich:

1) Das schwefelsaure Manganoxydul bildet mehrere Hydratstufen, und zwar kann es sich verbinden mit 2, 3, 4, 5, 6 und 7 Atomen Wasser. Die Krystalle, welche man gewöhnlich erhält, sind die mit 4 Atomen Wasser, die übrigen Hydratstufen mit mehr Wasser entstehen beim Krystallisiren in niedrigen Temperaturen, und die mit weniger Wasser entstehen, theils durch Behandlung der wasserreicheren Salze mit Alkohol, theils unter andern in der Abhandlung angeführten Verhältnissen.

2) Im reinsten Zustande ist das schwefelsaure Mangan weiß oder farblos, und das röthliche Ansehen rührt von einer höchst geringen Menge Oxydul-Oxyd her, die durch wiederholtes Kochen der Auflösung, oder durch Glühen, oder durch desoxydirende Substanzen entfernt werden kann.

3) Das wasserleere schwefelsaure Manganoxydul zieht aus der Luft so viel Wasser nach und nach an, daß es zum Salze mit 3 Atomen Wasser wird.

4) Durch Kochen mit absolutem Alkohol wird das Salz mit 4 At. Wasser zu dem mit 3 At. Wasser entwässert, eben so das mit 6 und 7 Wasser zu dieser Hydratstufe zurückgeführt. Bei Anwendung eines Weingeistes von 55 Procent aber entsteht dann aus dem Salze mit 7 Atomen Wasser ein Salz, welches nur 2 Atome Wasser enthält; ohne Zweifel wirkt hier neben der Anziehung des Alkohols auch die höhere Temperatur mit.

5) Das Salz mit 4 Atomen Wasser gehört zu den höchst auflöslichen Salzen, und zeigt die merkwürdige Erscheinung, daß es in der Siedhitze der Auflösung merklich schwerlöslicher ist, als in kaltem Wasser. Man kann hievon durch einen einfachen Versuch sich leicht überzeugen. Wenn man eine bei mittlerer Temperatur gesättigte Auflösung bis zum Sieden erhitzt, so wird sie ganz trübe, beim Erkalten aber wird sie völlig wieder klar.

6) Das Salz mit 7 Atomen Wasser zeigt, wenn es für sich erhitzt wird, ein ähnliches Verhalten wie das krystallisirte schwefelsaure Natron. Es fließt zum Theil in seinem Krystallwasser, während bei gewissen Temperaturen ein Salz sich ausscheidet, welches nur 2 Atome Wasser enthält und in der übrigen Flüssigkeit unlöslich ist.

7) Das schwefelsaure Mangan löst sich in Alkohol nicht auf, auch nicht in Terpentinöl, das krystallisirte Salz wird aber dadurch unter Mitwirkung der Wärme in andere Hydratstufen verwandelt.

III. *Wirkung der Bromsäure und der Chlorsäure auf den Alkohol; von Hrn Serullas.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLV. p. 203.*)

Der geschickte Pharmaceut Hr. Karl Löwig, dem die Chemiker den Vortheil verdanken, sich gegenwärtig das Brom in reichlicher Menge zu einem mäßigen Preise verschaffen zu können, hat eine Monographie vom Brom bekannt gemacht, und darin die Beobachtungen niedergelegt, welche er bei Darstellung dieser Substanz im Grossen aus der Mutterlauge der Soole von Kreuznach zu machen Gelegenheit hatte.

Unter andern Vorschriften giebt er eine zur Bereitung der Bromsäure, welche der ähnlich ist, die man zur Darstellung der Chlorsäure befolgt, und von der auch ich eine Anwendung zur Bereitung der Jodsäure gemacht habe. Sie besteht bekanntlich darin, daß man in eine heisse Lösung von chlorsaurem oder bromsaurem Kali kieselhaltige Flusssäure schüttet, die sich mit dem Kali zu einem gallertartigen Niederschlag vereinigt und die Bromsäure oder Chlorsäure in Freiheit setzt.

Da sich die kieselhaltige Flusssäure, sobald sie concentrirt ist, bei einer weit unter dem Siedpunkt des Wassers liegenden Wärme verflüchtigen läßt, so kommt das Verfahren, wie gesagt, darauf zurück, daß man die heisse Lösung des bromsauren oder chlorsauren Kali's mit einem Ueberschuß von kieselhaltiger Flusssäure vermischt, und nach dem Erkalten filtrirt, unter den gewöhnlichen Vorsichtsmafsregeln, d. h. langsam, bis zum zweckmäßigen Punkte eindampft, und nach einigen Tagen durch eine Säule von zerstoßenem Glase abermals filtrirt.

In der gegründeten Furcht, es möge kieselhaltige Flusssäure frei oder an Kali gebunden zurückbleiben,

nimmt Hr. Löwig das bromsaure Kali in Ueberschuß und scheidet es hernach durch einen hinlänglichen Zusatz von Alkohol ab. Dieß Mittel, welches ich, gleich anderen Chemikern, unter verschiedenen Umständen, wo es sich um Abscheidung in Wasser gelöster und in Alkohol unlöslicher Substanzen handelte, mit Erfolg angewandt habe, schien mir nicht zur Anwendung geeignet in einem Fall, wo wie hier zwei Körper in Berührung kommen, die sehr wahrscheinlich eine Reaction auf einander ausüben.

Indefs wollte ich doch mit der Bromsäure, die ich eben bereitet hatte, den Versuch machen, und sehen, ob sie wohl salzige Stoffe enthielte.

Zu dem Ende schüttete ich 3 bis 4 Grammen dieser Säure, die nicht sehr concentrirt war, in eine fast gleiche Menge von Alkohol von 40° B. Fast augenblicklich färbte sich die Flüssigkeit; es fand eine starke Wärmeentbindung statt, die fast bis zum lebhaften Sieden ging, und zu einer reichlichen Entwicklung von Bromdämpfen, begleitet von einem sehr stechenden Geruch nach Essigäther, Veranlassung gab. Die, gelb gefärbte, Flüssigkeit enthielt etwas Bromwasserstoffsäure.

Vermuthlich hat Hr. Löwig diese Wirkung zwischen der Bromsäure und dem Alkohol nicht beobachtet, weil er die beiden Körper in sehr verdünntem Zustande mit einander vermischte, da die Wärme, welche er zuletzt zur Verdampfung des Alkohols angewandt, keine Reaction hervorgerufen hatte; hätte sie stattgefunden, so würde dieser Chemiker nicht den Alkohol als ein vortheilhaftes Mittel zur Bereitung der Bromsäure haben angeben können. Gewiss ist, daß ein Gemenge von Bromsäure, selbst ziemlich verdünnter, und concentrirtem Alkohol bei Erwärmung dieselben Erscheinungen mehr oder weniger stark darbietet.

Es ist demnach ersichtlich, daß die Bromsäure in gewöhnlicher Temperatur eben so rasch und ungestüm auf

auf concentrirten Alkohol wirkt, als in der Wärme die Salpetersäure. Sie entzieht durch ihren Sauerstoff einem Theil des Alkohols seinen Wasserstoff und verwandelt diesen in Essigsäure, welche sich mit einem Theil unzersetzten Alkohols zur Bildung von Essigäther verbindet. Dabei wird Brom frei, Kohlensäure bildet sich aber nicht. Die Bromwasserstoffsäure, welche sich in der Flüssigkeit findet, entsteht wahrscheinlich aus späterer Einwirkung des Broms auf den Alkohol, welcher, wenn er in geringer Menge vorhanden ist, gänzlich in Essigsäure verwandelt wird.

Concentrirte Chlorsäure wirkt in gewöhnlicher Temperatur lebhaft auf Alkohol von 40° B., die Flüssigkeit geräth in's Sieden, es wird Chlor entwickelt und Essigsäure gebildet. Ist der Alkohol in geringer Menge gegen die Säure da, so wird er ganz in sehr starke, dem Radical-Essig gleiche Essigsäure verwandelt. Bei sehr wenig Alkohol und viel Säure ist die Wirkung ungemessen heftig, es tritt Entzündung ein. Mischt man, um Zeit zum Beobachten zu haben, die Chlorsäure mit weniger concentrirtem Alkohol und zwar in einer etwas langen Röhre, so finden von Zeit zu Zeit kleine Detonationen statt, welche ohne Zweifel von der Einwirkung des Chlors auf die Alkoholdämpfe herrühren, weil die Röhre, sogleich nach der Detonation, ihre frühere gelbe Farbe verliert und farblos wird. Ich glaube nicht, daß sie vom Chloroxyd herrühren.

Gleiche Erscheinungen wie mit Alkohol geben Chlorsäure und Bromsäure auch mit Aether. Es wird Chlor oder Brom in Freiheit gesetzt und Essigsäure gebildet; nur muß man das Gemenge umrühren, da der Aether von der anfangs unten schwimmenden Säure wenig löst.

Trocknes Löschpapier mehrmals zusammengelegt und in Chlorsäure getaucht, brennt beim Herausziehen lebhaft; es stößt einen starken Geruch aus, ganz dem der Salpetersäure ähnlich, einen Geruch, welchen ich immer bei

der concentrirten und erwärmten Chlorsäure gefunden habe.

Da wir bis jetzt nur noch wenig von der Bromsäure wissen, so glaube ich, daß die angeführten Thatsachen, welche selbst, was die Chlorsäure betrifft, neu sind, interessiren werden, vor Allem weil sie recht klar zeigen, daß der Alkohol durch Körper, die nur *Wasserstoff entziehen*, in Essigsäure verwandelt werden kann, ohne daß, wie ich mich überzeugt habe, dabei Kohlensäure gebildet wird. Diese Beobachtung führt vielleicht zur Entdeckung einer Essigbereitung mittelst anderer als der gegenwärtig angewandten Substanzen, durch welche die weingeistigen Flüssigkeiten directer und vollständiger in Essig umgewandelt werden.

Ehe ich schliefse muß ich noch die folgende Bemerkung machen.

Die Chlorsäure und die Bromsäure, welche ich zu meinen Versuchen anwandte, wurden, wie gesagt, mit kieselhaltiger Flusssäure dargestellt; sie besitzen nicht gleiche physische Eigenschaften mit den Säuren, welche man mittelst Schwefelsäure aus dem chlorsauren und bromsauren Baryt erhält, wenigstens nach den von andern Chemikern gegebenen Beschreibungen zu urtheilen. Nach diesen sind nämlich die genannten Säuren farblos, geruchlos, und im concentrirten Zustande syropsartig. Die von mir bereiteten sind etwas gefärbt, die Chlorsäure gelblich, die Bromsäure röthlich; sie haben einen eigenthümlichen Geruch und kein öliges Ansehen. Ich glaube, es ist schwierig, sie ohne Zersetzung bis zu diesem Punkte einzudampfen; ihre Färbung rührt wahrscheinlich von einer anfangenden Zersetzung her, wodurch ihre Eigenschaften verändert werden.

Indefs röthen sie anfangs das Lackmuspapier und entfärben es sehr schnell. Die Chlorsäure bewirkt, wie gesagt, sogar die Entzündung dieses Papiers. Sie fällt Silbersalze nicht, was die Abwesenheit des Chlors oder

Chloroxyds beweist. Mit Kali gesättigt, geben sie Salze, welche alle Eigenschaften des chlorsauren und bromsauren Kali's besitzen.

Ich werde die aus dem chlorsauren und bromsauren Baryt durch Schwefelsäure erhaltene Chlorsäure und Bromsäure mit denen mittelst kieselhaltiger Flusssäure bereiteten vergleichen. Im Fall die ersteren nicht die von mir für die letzteren angegebenen Eigenschaften besitzen sollten, was mir indess nicht sehr glaublich scheint, würde diese sehr merkwürdige Verschiedenheit meinen Beobachtungen einen erhöhtes Interesse verleihen.

IV. Ueber die jodsauren und chlorsauren Pflanzenalkalien; von Hrn. Serullas.

(Journ. de chim. medical. Année, 1830, p. 513. Von diesem Aufsatz war schon im vorhergehenden Hefte, S. 518., die Rede.)

1. Jodsaure Pflanzenbasen.

Morphin. Wie die Jodsäure auf das Morphin wirkt, habe ich gezeigt *). Es findet dabei eine plötzliche Zersetzung der Säure statt, welche sich durch eine beträchtliche Ausscheidung von Jod zu erkennen giebt, und welche ich als ein Mittel zur Unterscheidung des Morphins von anderen Pflanzenbasen bezeichnet habe. Da es mir nützlich schien, so habe ich auch untersucht, wie sich diese Alkalien gegen die Jodsäure verhalten würden, und dabei gesehen, daß die meisten recht wohl bestimmte Salze geben.

Jodsaures Chinin. Man sättigt gelöste Jodsäure mit Chinin. Die concentrirte und noch heiß filtrirte Flüssigkeit krystallisirt bald beim Erkalten auf gleiche Weise wie das schwefelsaure Salz, d. h. in seidenartigen Nadeln.

*) Man sehe diese Ann. Bd. 94, S. 119.

Bei Erhitzung zersetzen sich diese Krystalle schnell, unter Zurücklassung von Kohle.

Jodsaures Cinchonin. Bildet prismatische sehr feine Krystalle, welche sich in asbestartigen, sehr weissen und sehr regelmässigen Büscheln gruppiren. Es zersetzt sich bei Erwärmung plötzlich, hinterlässt einen aufschwellenden Rückstand und verkohlt sich.

Jodsaures Strychnin. Eine Lösung von Jodsäure wird mit Strychnin mässig erhitzt. Die Flüssigkeit färbt sich dabei weinroth; eingedampft und nach der Filtration an einen trocknen Ort gestellt, giebt sie, wenn das Strychnin rein ist, Krystalle in langen durchsichtigen Nadeln, die zu Bündeln vereinigt, und auf der Oberfläche rosenfarben sind. Durch Waschen auf dem Filtrum mit etwas kaltem Wasser entfärbt man sie. Sie sind in Wasser sehr löslich und zersetzen sich plötzlich bei Erwärmung. Bei unreinem Strychnin ist die Krystallisation mehr oder weniger deutlich.

Ich glaubte anfangs, dass die Färbung, welche bei Erwärmung der Jodsäure mit dem Strychnin entsteht, von anwesendem Brucin herrühre, das dem Strychnin häufig in gröfserer oder geringerer Quantität beigemischt ist; allein ich fand, dass sehr reines, von Robiquet bereitetes Strychnin, welches durch Salpetersäure durchaus nicht geröthet wurde, zwar ein farbloses, vollkommen krystallisirtes jodsaures Salz, aber eine ungemein gefärbte Mutterlauge gab. Diese Erscheinung kann demnach als ein diesem Salze angehöriges Kennzeichen angesehen werden (?).

Das jodsaure Strychnin, wie alle übrigen Salze dieser Base, ist ein heftiges Gift. Kaninchen, die einen halben oder ganzen Gran genommen, starben mehr oder weniger schnell.

Jodsaures Brucin. Das Brucin verbindet sich mit der Jodsäure; allein man bekommt keine deutlichen Krystalle. Die Flüssigkeit röthet sich. Gewahrt man kleine

nadelförmige Krystalle, so rühren sie von *Magnesia* her, welche ein wenig lösliches jodsaures Salz bildet; dasselbe ereignet sich auch bei Bereitung des jodsauren Strychnins. Salpetersäure färbt das jodsaure Brucin lebhaft roth.

Jodsaures Veratrin. Eine Lösung von Jodsäure und Veratrin abgedampft, nimmt nach dem Eintrocknen das Ansehen einer gummigen krystallinischen Substanz an, wie man es bei den Salzen des Veratrins mit den übrigen Säuren bemerkt hat.

Narcotin und Picrotoxin lösen sich bei Erwärmung in Jodsäure auf, ohne sie zu neutralisiren. Beim Abdampfen krystallisiren beide Substanzen mitten aus der Lösung der Jodsäure heraus, ohne eine Verbindung mit derselben einzugehen.

Zu bemerken ist, dass man sehr verschiedenartige Resultate erhält, sobald man nicht mit reinen Substanzen arbeitet, was für die meisten der käuflichen Pflanzenalkalien im Allgemeinen schwer hält. Hat man sie nicht selbst bereitet, so muß man sie vor Anwendung in starkem Alkohol lösen, die fremden Substanzen durch's Filtrum absondern und dann krystallisiren lassen. Das Strychnin muß auf zweckmäßige Weise gereinigt werden.

Die angeführten jodsauren Salze sind mehr oder weniger löslich in Wasser und in Alkohol. Bei Erwärmung schmelzen anfangs einige, die meisten aber zersetzen sich plötzlich mit einer schwachen Verpuffung, und geben, außer gasigen Producten, Jod und einen beträchtlichen Rückstand von Kohle. Da die Jodsäure bei einem Schlage detonirt, so müssen begreiflicherweise auch diese Salze die nämliche Eigenschaft besitzen.

Schweflige Säure, die man, ohne sie in Ueberschuß anzuwenden, auf diese Salze schüttet, scheidet, wie aus allen jodsauren Salzen, Jod ab. Ammoniak fällt die Basen.

Ein generisches Kennzeichen der jodsauren Pflanzenbasen ist die Eigenschaft ihrer neutralen Lösungen, durch Zusatz eines Ueberschusses von Jodsäure, selbst

einer wenig concentrirten, augenblicklich gefällt zu werden. Es bildet sich ein sehr saures jodsaures Salz, welches sich nach einigen Augenblicken der Ruhe am Boden sammelt, und durch Abgießen der Flüssigkeit sondern läßt. Diese sauren jodsauren Salze sind farblos. Ein wenig gewaschen und dann getrocknet, detoniren sie leicht bei geringer Erwärmung; einige explodiren, wenn man sie etwas stark mit einer Metalllamelle von den Wänden des Gefäßes abzulösen sucht. Bei ihrer Verpuffung geben sie keinen kohligen Rückstand, wie die neutralen Salze, indem die überschüssige Säure die Kohle verbrennt. Der Luft ausgesetzt verändern sie sich nach einiger Zeit und färben sich mehr oder weniger stark.

Das Angeführte hat hauptsächlich den Zweck, zu zeigen, welche sehr merkwürdige Verschiedenheit die Jodsäure in ihrem Verhalten gegen Morphin und gegen die übrigen Pflanzenbasen bei gewöhnlicher Temperatur darbietet. Man sieht, daß das freie oder gebundene Morphin eine sehr schnelle Zersetzung dieser Säure bewirkt, während die übrigen Basen sich mit derselben zu bisher unbekannten Salzen verbinden. Jetzt, da ihre Existenz nachgewiesen ist, wird die Heilkunst vielleicht einige Anwendungen von ihnen machen. Es wäre nicht unmöglich, daß die Pflanzenbasen, besonders das Chinin und das Cinchonin, in ihrer Verbindung mit Jodsäure andere Heilkräfte als in ihrer Verbindung mit Schwefelsäure ausübten, und daß die oft schädliche Energie der übrigen Pflanzenbasen durch eine wohl abgemessene Anwendung eine nützliche Richtung bekommen könnten. Diefes läßt sich mit desto größerem Grunde vermuthen, als die Jodsäure dieser Salze ihr Jod bei Berührung mit anderen organischen Stoffen in etwas erhöhter Temperatur ziemlich leicht fahren läßt, und in dieser Beziehung von der bekanntlich sehr stabilen Schwefelsäure wesentlich abweicht; die jodsauren Pflanzenbasen könnten demnach eigenthümliche von

den der schwefelsauren verschiedene Wirkungen hervorbringen.

Hr. Douné, ein junger und fleißiger Chemiker, hat, in seinen Untersuchungen über die Alkaloïden, das Jod, das Brom, und besonders das Chlor als ein Gegengift gegen die giftigen Pflanzenbasen bezeichnet. Als Mittel zur Unterscheidung der Pflanzenbasen empfiehlt er die mikroskopische Beobachtung ihrer Krystallform, in der man sie nach freiwilliger Verdampfung ihrer Lösung im starken Weingeist erhält. Nach den Versuchen, welche ich gemacht habe, glaube ich, daß dasselbe Mittel, auf die jodsauren und chlorsauren Pflanzenbasen angewandt, beständige und zur Erkennung dieser oder jener Base geeignete Resultate geben werde.

2. Chlorsaure Pflanzenbasen.

Die Vereinigung der Chlorsäure mit den Alkaloïden läßt sich unter Erwärmung leicht bewerkstelligen; die daraus entspringenden Salze sind sehr merkwürdig durch ihre Krystallformen; sie sind, wie die vorhergehenden, mehr oder weniger löslich in Wasser und Alkohol, und mehr in der Wärme als in gewöhnlicher Temperatur.

Die in den käuflichen Alkaloïden so häufige Anwesenheit von Kalk oder Magnesia ist für die Bereitung der chlorsauren Salze weniger nachtheilig als für die der jodsauren, weil der chlorsaure Kalk und die chlorsaure Magnesia sehr zerfließlich, die jodsauren Salze beider Basen aber sehr wenig löslich sind.

Chlorsaures Morphin. Bildet lange, sehr zarte Nadeln, die sich in der Wärme augenblicklich zersetzen, und einen Rückstand hinterlassen, der aufschwellt und sich verkohlt. Salpetersäure färbt dieselben gelb, und nicht roth, wie die übrigen Morphinsalze.

Das chlorsaure Morphin wirkt eben so rasch auf die

Jodsäure, wie die übrigen Salze dieser Base, und es wird gleichfalls Jod in Freiheit gesetzt.

Auch die Bromsäure scheint von Morphin zersetzt zu werden. Ich habe ein wenig dieser Säure, welche ich zu meiner Verfügung hatte, auf Morphin wirken lassen; die Flüssigkeit nahm eine gelbe Farbe an, welche beim Abdampfen immer dunkler wurde, ohne daß Krystalle entstanden.

Chlorsaures Chinin. Sehr zarte Prismen, welche sich zu Büscheln von beständiger Regelmäßigkeit zusammenlegen. Erhitzt, schmilzt es zu einer farblosen Flüssigkeit, welche beim Erkalten erstarrt, und alsdann einem durchsichtigen Firniß ähnlich sieht. Setzt man die Erhitzung fort, so zersetzt es sich augenblicklich mit der gewöhnlichen Explosion.

Chlorsaures Cinchonin. Prismen in schönen voluminösen und gestreiften Quästen von großer Weisse. Bei Erwärmung erleidet es fast dieselben Veränderungen, wie das chlorsaure Chinin; nur ist es weniger schmelzbar und zersetzt sich früher.

Chlorsaures Strychnin. Die erwärmte Lösung ist rosenfarben. Das Salz krystallisirt in dünnen und kurzen Prismen, welche sich in Rosetten zusammengruppieren. Wenn die Lösung concentrirt ist, gesteht sie beim Erkalten.

Chlorsaures Brucin. Wird verdünnte Chlorsäure mit Brucin erhitzt, so färbt sich die Flüssigkeit roth, und beim Erkalten krystallisirt das Salz in durchsichtigen, ganz regelmässigen Rhomboëdern, die durchaus denen des Kalkspaths ähnlich sind. Diese Krystalle sind, nach Absonderung von der Flüssigkeit, noch ein wenig röthlich; allein man kann sie durch eine neue Auflösung und abermalige Krystallisation farblos machen. Die Flüssigkeit färbt sich nicht mehr. Das Salz ist wenig löslich, weniger als das chlorsaure Strychnin, und dadurch ist es leicht von diesem zu trennen.

Das chlorsaure Brucin wird bei Erwärmung plötzlich zersetzt, und besitzt, gleich dem reinen Brucin, die Eigenschaft, von Salpetersäure stark geröthet zu werden.

Chlorsaures Veratrin. Krystallisirt nicht, sondern giebt beim Abdampfen eine wie Gummi aussehende bernsteinfarbene Schicht.

Jodsäure in etwas concentrirter Lösung in eine Lösung eines der genannten chlorsauren Salze geschüttet, bildet augenblicklich einen käsigen Niederschlag von einem sauren jodsauren Salze, welches man durch starken Alkohol gänzlich fällen kann. Es bleibt Chlorsäure in der Flüssigkeit zurück, denn wenn man das chlorsaure Salz in Wasser löst und dann Alkohol hinzusetzt, der durch diese Vermischung natürlich verdünnt wird, so entsteht kein Niederschlag; man bringt aber augenblicklich einen hervor, so wie man Jodsäure hinzusetzt, die für sich allein von schwachem Alkohol nicht merklich getrübt, wenn gleich von starkem Alkohol nach einiger Ruhe gänzlich gefällt wird.

Um sich zu überzeugen, dafs diess der Vorgang sey, schütte man in die Lösung eines dieser chlorsauren Alkaloide Jodsäure und darauf starken Alkohol. Den Niederschlag bringe man auf ein Filtrum und wasche ihn noch mit Alkohol; dann löse man ihn in Wasser, sättige die Lösung mit reinem Kali und dampfe sie ein. Den Rückstand rothglühe man in einem Rohre; löse ihn auf, behandle ihn mit salpetersaurem Silber und dann mit Ammoniak, und scheide nun das Jodsilber durch's Filter ab. Die Flüssigkeit wird durch einen Ueberschufs von Salpetersäure nicht getrübt werden, während die alkoholische Flüssigkeit, wenn mit ihr derselbe Versuch angestellt wird, mit salpetersaurem Silberoxyd einen reichlichen Niederschlag von Chlorsilber giebt.

Da die Chlorsäure durch die Jodsäure, vermöge der Bildung eines wenig löslichen Salzes, aus ihrer Verbindung mit den Pflanzenbasen abgeschieden wird, so war

es natürlich zu glauben, daß andere zerfließliche chloresaurer Salze, wie die von Kalk und Magnesia, ebenfalls mit der Jodsäure einen Niederschlag von einem jodsauren Salze dieser Basen geben und die Chloresäure fahren lassen würden, wie dies auch wirklich der Fall ist.

In fernerer Anwendung des Princip's sehr ungleicher Löslichkeit, habe ich eine Lösung von chloresaurem Kali, welches weit löslicher ist als das jodsaure, mit Jodsäure behandelt. Nach Eindampfung der Flüssigkeit erhält man dann durch Krystallisation, ist die Jodsäure im Ueberschuß, saures, und im umgekehrten Fall, neutrales jodsaures Kali. Schüttet man dann in die rückständige Flüssigkeit starken Alkohol, so fällt das etwa darin vorhandene chloresaurer Kali nieder, und es bleibt reine Chloresäure zurück.

Schwefelsaures Chinin, welches mit Hülfe von Schwefelsäure in Wasser gelöst ist, giebt auf Zusatz einer hinlänglichen Menge Jodsäure ebenfalls einen Niederschlag von saurem jodsauren Chinin; und der in der Flüssigkeit zurückbleibende Theil dieses Salzes läßt sich gleichfalls durch starken Alkohol fällen, während die Schwefelsäure gelöst bleibt.

Die Fluorwasserstoffsäure verbindet sich auch mit den Alkaloiden, und die Resultate sind gleich, man mag die reine oder die kieselhaltige Säure anwenden, nur daß im letzteren Fall Kieselerde abgeschieden wird. Die gebildeten Salze röthen das Lackmuspapier, und zwar wenn ihre Lösungen heiß sind, sehr stark. Schwefelsäure darauf gegossen, entwickelt Fluorwasserstoffsäure. Das fluorwasserstoffsaurer Chinin ist blendend weiß und krystallisiert in zarten Nadeln.

Ueberläßt man eine Lösung von Chinin oder Cinchonin mit einem großen Ueberschuß von einfacher oder kieselhaltiger Fluorwasserstoffsäure der freiwilligen Verdampfung auf einem Ofen, so trocknet sie zu einem durchsichtigen Firnis ein, welcher, bei Wiederauflösung, un-

gemein sauer ist, und bei abermaliger Eindampfung in seinen früheren Zustand zurückgeht.

Eine Lösung von Borsäure mit Chinin gekocht, giebt beim Erkalten borsaures Chinin in körnigen Krystallen.

Borsäure in Ueberschufs giebt ebenfalls mit dem Chinin, bei freiwilliger Verdampfung, eine wie Firnifs aussehende Substanz.

Analyse des jodsauren und des chlorsauren Cinchonins.

2 Decigrm. jodsaures Cinchonin in hinlänglicher Menge Wasser gelöst, gaben, mit Ammoniak, an sorgfältig getrocknetem Cinchonin, im Mittel aus mehreren Versuchen, =1,136 Decigrm.

Die Flüssigkeit, mit kaustischem Kali behandelt, abgedampft, und den Rückstand roth geglüht, gab mit salpetersaurem Silberoxyd, und nach schwachem Waschen mit Salpetersäure:

$$\text{Jodsilber} = 1 \text{ Decigrm.} = \begin{cases} \text{Silber} & 0,4686 \\ \text{Jod} & 0,5314 \end{cases}$$

vertretend:

$$\text{Jodsäure} = 0,7014 = \begin{cases} \text{Jod} & 0,5314 \\ \text{Sauerstoff} & 0,1700 \end{cases}$$

Aus dem Vergleiche der bekannten Zusammensetzung des schwefelsauren und des jodsauren Kali's sieht man, daß die Gewichtsmenge der Säure im ersteren zu der im letzteren sich verhält wie 1 : 4,1.

Dasselbe Verhältniß scheint zwischen dem schwefelsauren und jodsauren Cinchonin stattzufinden; folglich kann man annehmen, das letztere bestehe aus:

$$\begin{array}{rcl} \text{Jodsäure} & 6,97 & 34,85 \\ \text{Cinchonin} & 13,03 & 65,15. \end{array}$$

2 Decigrm. chlorsaures Cinchonin eben so behandelt, bis auf die Abänderungen, welche die Verschiedenheit zwischen einem Chlorür und einem Jodür erfordert, gaben im Mittel aus mehreren Versuchen: .

Cinchonin 1,52

Chlorsilber	0,70	{ Chlor	0,173
		{ Silber	0,527

entsprechend:

Chlorsäure	0,368	{ Chlor	0,173
		{ Sauerstoff	0,195

Gemäß der Zusammensetzung des schwefelsauren und chlorsauren Kali, in welchen die Säuren im Verhältnisse 1 : 1,86 stehen, würde hienach die des chlorsauren Cinchonins seyn:

Chlorsäure	0,404	19,48
Cinchonin	1,596	80,52.

Zusatz. Da vorhin von Hrn. Douné's Untersuchung die Rede gewesen und diese bisher noch nicht in die Annalen aufgenommen worden ist, so wird es nicht unzuweckmäfsig seyn, die Hauptergebnisse derselben hier mitzutheilen. Ein kurzer Auszug wird genügen, da nach dem Urtheile der HH. d'Arcet und Chevreul, die der Pariser Academie einen sonst vortheilhaften Bericht über diese Arbeit abstatteten, der Zweck derselben keinesweges vollständig erreicht ist.

Das Verfahren des Hrn. Douné besteht darin, dafs er 1 bis 2 Gran der zu untersuchenden Pflanzenbasen auf eine Papierkapsel legt, und neben einer Schale mit Jod oder Brom unter eine Glasglocke stellt. In einer Temperatur von 15° bis 20° C. nimmt dann, beim Jod nach einer halben Stunde und beim Brom nach einer Viertelstunde, das Pflanzenalkali eine durch seine Natur bedingte Farbe an.

Die in Gegenwart der HH. d'Arcet und Chevreul angestellten Versuche gaben zufolge des genannten Berichts (*Ann. de chim. et de phys.* T. XXXVIII. p. 82.) nachstehende Resultate:

Wirkung des Joddampfs.

Pikrotoxin	farblos.
Strychnin, Cinchonin	ersteres: schwach citrongelb, letzteres: schwach röthlich gelb.
Brucin, Morphin, Veratrin, Chinin	gelb schwach röthlich.
Emetin, Narcotin, Delphinin . .	gelbbraun.

Wirkung des Bromdampfs.

Pikrotoxin	farblos.
Morphin, Cinchonin	gelb, ersteres schwach orangefarben, letzteres schwach citrongelb.
Strychnin, Chinin, Narcotin . .	orange gelb.
Veratrin	schwach grünlich rothgelb.
Delphinin	röthlich grau.
Emetin	grünlich braungrau.
Brucin	ziegelfarben.

Wirkung des Chlorjoddampfs.

Pikrotoxin	farblos.
Strychnin, Cinchonin, Chinin . .	schwach gelb,
Veratrin, Brucin, Morphin . . .	röthlich gelb.
Emetin	grünlich grauroth.
Delphinin	grünlichgrau.
Narcotin	ziegelfarben.

Die Färbungen derjenigen Alkaloide, die man deutlich genug unterscheiden konnte, sind hier in Gruppen vereint; auch ist zu bemerken, daß eine von Hrn. Douné selbst einige Tage früher angestellte Versuchsreihe hie und da einige etwas andere Färbungen gab.

Hr. D. hat auch sein Verfahren dahin abgeändert, daß er einen bis zwei Tropfen der alkoholischen Lösung einer Pflanzenbase mit einem Tropfen einer alkoholischen Lösung von Jod oder Jodwasserstoffsäure neben einander verdunsten läßt, und nach 24 Stunden die Färbungen der Rückstände beobachtet. Diese Färbungen gehen vom Röthlichgelben zum Braungelb.

Als Hr. D. auf ähnliche Weise alkoholische Lösungen von Pflanzenbasen mit Brom vermischte, fand er, daß das Brucin einen Fleck hinterließ, der nach einigen Stunden eine schön violette Farbe annahm. Es war die einzige der untersuchten Substanzen, die diese Erscheinung zeigte.

Aus den angeführten Thatsachen ziehen die Bericht-erstatte folgende Schlüsse:

1) Ausgenommen vielleicht das Brucin, welches vermöge der angeführten Eigenschaft von allen übrigen Pflanzenbasen abweicht, läßt sich keiner dieser Körper durch Anwendung eines einzigen der von Hrn. D. empfohlenen Reagenzien unterscheiden. Die Färbungen haben zu viele Aehnlichkeit mit einander, und was besonders die Unterscheidung schwierig macht, ist: daß die Alkaloïde bei längerer als halbstündiger Einwirkung des Jods eine braune Farbe annehmen, einige auch flüssig werden.

2) Die Farben, welche die obigen Pflanzenbasen nach halbstündiger Einwirkung der genannten Reagenzien annehmen, sind bei mehreren Versuchsreihen nicht ganz constant, können indess bis zu einem gewissen Punkte zur Unterscheidung der Gruppen dienen, in sofern als diejenigen Basen, die sich bei einem Versuche mehr als andere Basen färben, es auch bei einem zweiten Versuche thun. Auch sind die aufgestellten Gruppen nicht ganz scharf. So z. B. wird das Morphin orangegelb, das Cinchonin aber citrongelb bei der Einwirkung von Bromdämpfen; beide Basen hat man aber in eine Gruppe gebracht, weil ihre Färbungen heller als die aller übrigen sind. Indess nähert sich dennoch die Farbe des Morphins, mehr als die des Cinchonins, der des Narcotins, Strychnins und Chinins.

3) Durch Vergleichung der Reactionen des Jods und des Broms kann man einige Pflanzenbasen unterscheiden, z. B. Emetin, Narcotin und Delphinin.

4) Brom und Jod können nicht als wahrhafte und sichere Reagenzien auf die Pflanzenbasen angesehen werden.

V. *Trennung des Chlors und Broms aus einem Gemenge ihrer Verbindungen mit Alkalimetallen. Erkennungsmittel, ob eine Flüssigkeit das Chlorjod als solches oder in Chlorwasserstoff- und Jodsäure zerfällt enthalte; von Hrn. Serullas.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLV. p. 190.*)

Bis jetzt haben die Chemiker noch kein Mittel aufgefunden, Chlor und Brom von einander zu trennen, weder aus deren Verbindung im Chlorbrom, noch aus einem Gemenge von Chlorkalium und Bromkalium oder ähnlichen Verbindungen, welche bekanntlich oft in den Verdampfungs-Rückständen der Soolen zusammen vorkommen.

Die Gegenwart des Broms ist durch Chlor leicht nachzuweisen; allein man kennt noch kein Verfahren, welches angebe, ob Chlor neben ihm vorhanden sey. Die Verbindungen des Chlors und Broms weichen in ihren Eigenschaften, namentlich in ihrer Löslichkeit und Unlöslichkeit, so wenig von einander ab, daß es noch nicht geglückt ist, darauf ein Verfahren zu ihrer Trennung zu gründen; während das Jod durch die Unlöslichkeit des Jodsilbers in Ammoniak leicht vom Chlor und Brom geschieden werden kann.

Diese Aufgabe, welche für die Analyse der Mineralwässer von besonderem Interesse ist, hat meine Aufmerksamkeit und den Wunsch sie zu lösen bei mir erregt. Wenn ich auch den Zweck nicht so vollständig, wie ich gewünscht, erreicht habe, so glaube ich doch, daß die

Bekanntmachung des Nachfolgenden sehr nützlich für diese Gattung von Untersuchungen seyn wird.

Ich habe beobachtet, daß die wäßrige Auflösung des Jodsubchlorürs beim Schütteln mit Aether ihren Zustand ziemlich bald ändert, häufig schon innerhalb 24 Stunden. Untersuchend, von welcher Art diese Veränderung sey, fand ich, daß der Aether nur wenig Chlor, dagegen alles Jod enthielt, der wäßrige Theil aber nur Chlorwasserstoffsäure. Ich wollte wissen, und zwar des genannten Hauptzweckes wegen, ob das Chlorbrom ein ähnliches Resultat gebe, da dieß vermöge der von Hrn. Balard für diese Verbindung angegebenen Unzersetzbarkeit durch das Wasser glaublich schien.

Schüttelt man eine ziemlich verdünnte Auflösung des möglichst mit Chlor gesättigten Chlorbroms *) mit einem gleichen Volumen Aether, so enthält der untere wäßrige Theil Chlorwasserstoffsäure, ohne Spur von Brom, das sich dagegen in dem ätherischen, oberen Theil befindet. Durch mehrmalige Wiederholung dieser Operation, wobei man jedesmal etwas Wasser zusetzt, und, nach dem Umschütteln, den wäßrigen Theil mittelst eines Trichters mit Hahne abscheidet, gelingt es leicht, die Verbindung in Chlorwasserstoffsäure und eine ätherische Bromlösung zu zersetzen. So lange Chlor da ist, bildet sich keine Bromwasserstoffsäure; so wie man aber Spuren von letzterer gewahrt, kann man gewiß seyn, daß alles Chlor verschwunden ist.

Zu dieser Gewißheit gelangt man leicht durch's Probiren. Man braucht bei jeder Waschung nur etwas Chlor in den wäßrigen und farblosen Theil zu schütten, worauf das-

*) Um das Chlorbrom mit Chlor gesättigt zu erhalten, bringe man das Brom in eine ziemlich große Menge Wasser, das in einer mit Eis umgebenen Flasche enthalten ist, und leite eine lange Zeit hindurch einen Strom von Chlor hinein. Es bildet sich Chlorhydrat, wodurch die ganze Masse zu einer Gallerte gesteht, und die Absorption des Chlors geschieht langsam.

dasselbe durch die gelbe Färbung die Bildung der Bromwasserstoffsäure anzeigt, und dadurch auch den Beweis giebt, daß kein Chlor mehr in dem ätherischen Theil vorhanden ist. Man sieht, daß sich hiedurch eine Scheidung des Chlors vom Brom bewerkstelligen läßt.

Wenn man im Moment, wo sich die Bromwasserstoffsäure im wässrigen Theile zeigt, zum ätherischen Theile eine Chlorklösung hinzufügt, in mehr als zur Zersetzung der gebildeten Bromwasserstoffsäure hinlänglichen Menge, so erscheint, wie vorauszusehen ist, kein Brom mehr, bis das etwa überschüssig hinzugesetzte Chlor in Chlorwasserstoffsäure verwandelt ist.

Beim Schütteln der mit Chlor übersättigten Chlorbrom-Lösung mit Aether bildet sich keine Bromsäure; denn, wenn man den wässrigen Theil mit Kali sättigt, so müßte sich bromsaures Kali bilden. Allein wenn man den geglühten Rückstand dieser Flüssigkeit mit Chlor behandelt, kommt kein Brom zum Vorschein, was doch der Fall seyn würde, wenn ursprünglich ein bromsaures Salz vorhanden gewesen wäre, da dieses beim Glühen in ein Brommetall übergeht, auf welches das Chlor so schnell einwirkt. Nur das Wasser der ersten Waschungen enthält gewöhnlich, außer der Chlorwasserstoffsäure, den Ueberschufs von Chlor, welcher im Chlorbrom vorhanden seyn kann, wenn es, wie gesagt, mit Chlorhydrat in der Kälte bereitet worden ist. Sättigt man dieses Waschwasser mit Kali, so findet man neben dem Chlorkalium, welches den größten Theil der Masse ausmacht, die nämliche Menge von chlorsaurem Kali, welche man durch isolirte Sättigung einer gleichen Menge Chlor erhalten würde. Wenigstens glaube ich, daß die geringe Menge von chlorsaurem Kali, welche man nach Sättigung der ersten Portionen Waschwasser erhält, aus dieser Quelle entspringt.

Wenn dem so ist, so verhindert die Gegenwart des Broms im Aether, daß derselbe das überschüssige Chlor

behalte; denn Aether, den man mit einer Chlidlösung, der viel Chlorhydrat beigemischt ist, schüttelt, nimmt das Chlor auf und giebt in ziemlich kurzer Zeit beim Waschen mit Wasser die besprochene Reaction, nämlich Chlorwasserstoffsäure und Chlorkohlenstoff, der im Aether bleibt. Ich habe diesen Versuch angestellt, um die Resultate zu vergleichen, welche man unter denselben Umständen mit Brom erhält.

Um in dem mit den Chlorbrom geschüttelten ätherischen Theile, nachdem er hinreichend, d. h. bis zum Erscheinen der Bromwasserstoffsäure, mit Wasser gewaschen ist, die absolute Abwesenheit des Chlors zu erweisen, sättige man ihn mit Kali, dampfe ihn ein und unterwerfe ihn allen den Proben, von denen wir bei Gelegenheit der Trennung von Brom und Chlor aus einem Gemenge von alkalischen Bromüren und Chlorüren gesprochen haben; er wird keine Spur von Chlor oder Chlorwasserstoffsäure zeigen.

Da das Chlorbrom das Wasser nicht zersetzt, so wirkt das in ihm enthaltene Chlor, vermöge seiner grossen Verwandtschaft zum Wasserstoff, zuerst auf den Aether zersetzend ein, und so lange er vorhanden ist, kann sich keine Bromwasserstoffsäure bilden, weil sie von dem Chlor zerlegt wird.

Sicher könnten sich bei Berührung des Chlorbroms mit Wasser eben so gut zwei Säuren bilden, wie bei Auflösung des Chlorjods in Wasser; allein dennoch geschieht es nicht. Der von Hrn. Dumas aufgestellte Satz*), als fände eine Wasserzersetzung statt, im Fall sich zwei Säuren bilden können, ist also nicht richtig.

Dafs das Chlorjod anders auf das Wasser wirkt, rührt, meiner Meinung nach, davon her, dafs hierbei eine starre Säure entsteht, die, obgleich sehr löslich, doch sogleich abgeschieden werden kann, weil die Anwesenheit der im

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XLIV. p. 272.* (Im vorigen Hefte dies. Ann. S. 523.)

Wasser noch löslicheren Chlorwasserstoffsäure die Lösekraft des Wassers, in welchem sich beide befinden, für die Jodsäure vermindert. Wir sehen nämlich, wie ich es in einem früheren Aufsatz gezeigt habe (S. 517. dies. Bandes), daß sich eine große Menge Jodsäure aus einer mit Chlor übersättigten Lösung in Wasser niederschlägt. Die von mir empfohlene Waschung mit Alkohol oder Aether, Flüssigkeiten, in denen die Jodsäure unlöslich ist, thut nichts weiter, als daß sie das etwa vorhandene Chlorür, welches die Jodsäure gelb färbt, fortnimmt; denn, wenn man die Säure auf Löschpapier legt und einige Zeit der Luft aussetzt, bleibt sie farblos zurück.

Um nun Brom und Chlor in dem Rückstande eingedampfter Soole aufzufinden und von einander zu trennen, muß man eben so verfahren, wie bei der Darstellung des Chlors und Broms.

Man nehme eine gewisse Menge dieser Rückstände, einige Gran, wenn man sich nicht mehr verschaffen kann (ich arbeitete mit 3 Gran Chlorkalium und 6 Gran Bromkalium, und bewirkte die Trennung sehr leicht), vermische sie mit einer gleichen Gewichtsmenge gepulverten Manganhyperoxyds, und bringe das Gemenge in ein tubulirtes Retörtchen, welches man nun mit einer etwas Wasser enthaltenden Vorlage versieht. In die Retorte schütte man Schwefelsäure, verdünnt mit einem Fünftel Wasser, und erhitze sie. Das Chlorbrom, in welchem mehr oder weniger einer seiner Bestandtheile vorherrscht, verfliegt und condensirt sich in der recht kalt gehaltenen Vorlage. Das Verschwinden der röthlichen Dämpfe zeigt, daß die Operation beendigt ist. Man schüttet darauf Aether hinzu, dem Volumen nach fast eben so viel, als Wasser zur Lösung des Chlorbroms angewandt worden ist, schüttelt und scheidet das Wasser ab, welches die schon durch Berührung mit dem Aether gebildete Chlorwasserstoffsäure enthält. Man wiederholt das Waschen,

jedesmal mit ein wenig Wasser; das Brom bleibt im Aether, und wird aus diesem auf die gewöhnliche Weise gewonnen.

Die Umwandlung des Chlors in Chlorwasserstoffsäure geschieht desto schneller, je größer die Menge des Aethers ist; so daß man, arbeitet man mit kleinen Mengen, nicht viel Aether zusetzen darf, wenn man durch die angezeigten Proben den Augenblick der gänzlichen Verschwindung des Chlors erkennen will.

Läßt man das Brom einige Tage lang in Aether und einer gewissen Menge Wasser stehen, so verwandelt es sich in Bromwasserstoffsäure, die man in dem wässrigen Theile findet. Dieses Mittel kann sogar zur Darstellung der Bromwasserstoffsäure angewandt werden. Hr. Ballard hat diese Wirkung beobachtet.

Die Berührung des Broms mit Aether und Wasser giebt, aufser der Bromwasserstoffsäure, auch zur Entstehung eines Bromkohlenstoffs Anlaß, wie sich dieß aus dem sehr deutlichen Geruch nach Terpentinöl und Campher ergibt, der beim Abdampfen der mit etwas Wasser vermischten ätherischen Flüssigkeit, oder auch beim Reiben einer kleinen Menge zwischen den Händen ausgehaucht wird; dieser Geruch ist beim Sieden mit einem anderen, die Augen ungemein angreifenden verknüpft, welcher Aehnlichkeit mit dem der sogenannten Lampensäure besitzt. Auch röthet die ätherische Flüssigkeit während des Abdampfens stark das Lackmuspapier, wenn gleich sie vorher mit Wasser bis zu ihrer gänzlichen Wirkungslosigkeit auf Lackmus gewaschen worden ist. Ueberdieß bemerkt man, wenn man den Aether langsam abdampft und ein wenig Wasser zusetzt, auf der Oberfläche der letzteren Etwas einer wie Oel aussehenden Substanz, welche die Verbindung von Brom und Kohlenstoff seyn muß, weil, wenn man einige Stückchen Kalium auf dieselbe schüttet, um sie zu zersetzen, was Aetzkali nicht oder nur schwierig thut, und dann auf die

Masse Chlor einwirken läßt, die gelbe Farbe des Broms hervorgerufen wird, was zuvor nicht geschah.

Die alleinige Wirkung des Broms auf den Aether ist eben so, d. h. es entstehen dabei Bromwasserstoffsäure und die erwähnte Art von Bromkohlenstoff.

Obwohl, wie gesagt, alles Chlor des Chlorbroms in Chlorwasserstoffsäure verwandelt wird, so findet sich dennoch die Gesamtheit desselben nicht in dem Chlorsilber, welches auf Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd zu dem Waschwasser niederfällt. Um mich davon zu überzeugen, nahm ich zwei gleiche Gewichtsmengen Chlorkalium; die eine behandelte ich, nachdem sie gelöst worden, direct mit salpetersaurem Silberoxyd, und sammelte und trocknete den Niederschlag; die andere vermischte ich mit einer gleichen Gewichtsmenge Bromkalium, und unterwarf sie der zur Gewinnung des Broms und Chlors angegebenen Operation. Das erhaltene Chlorbrom gab, nach Waschung mit Aether, auf Zusatz von salpetersaurem Silberoxyd zu dem wässrigen Theil, eine geringere Gewichtsmenge Chlorsilber, als dieselbe Menge Chlorkalium bei isolirter Behandlung. Sechs Versuche gaben ziemlich genau dasselbe Resultat; bei jedem wurde ein Viertel weniger an Chlorsilber gefunden. Diefs muß den Verlusten, welche bei einem so flüchtigen Körper wie das Chlorbrom unvermeidlich sind, zugeschrieben werden, so wie auch der geringen Menge von Chlorwasserstoffsäure, welche in dem Aether zurückgelassen wurde, in der Furcht, es möchte, setzte man das Waschen nach dem Verschwinden der Bromwasserstoffsäure fort, von letzterer etwas fortgenommen werden.

Indefs schwankte der Verlust bei allen sechs Versuchen nicht merklich, er betrug immer sehr nahe bei jedem ein Viertel. Wenn man, wie ich, mit kleinen Mengen arbeitet, könnte man zu einer ziemlich genäher-ten Bestimmung des Chlors gelangen, wenn man zu dem erhaltenen Chlorsilber noch ein Drittel hinzurechnete.

Um mich zu überzeugen, daßs, bei Einwirkung des Chlorbroms auf den Aether, Bromkohlenstoff und nicht Chlorkohlenstoff (der Camphergeruch ist bei beiden fast gleich *) gebildet werde, brachte ich Chlorbrom mit einer ziemlich grofsen Menge Aether zusammen. Als nach einem oder zwei Tagen die Entfärbung vollständig war, wusch ich den ätherischen Theil mit Wasser, bis dieses das Lackmuspapier nicht mehr röthete, oder das salpetersaure Silberoxyd nicht mehr fällte.

Da der ätherische Theil den Chlor- oder Bromkohlenstoff enthalten mußte, so warf ich Kaliumstücke in ziemlicher Menge hinein. Der Rückstand verdampft und dann zur Fortschaffung des überschüssigen Kali's mit verdünnter Schwefelsäure gesättigt, gab beim Aufgiefsen von Chlor eine ziemliche Menge Brom.

Dasselbe Resultat erhielt ich bei gleicher Behandlung des Aethers, der bis zur völligen Entfärbung mit Brom in Berührung gestanden hatte.

Ich habe gesagt, daßs wenn man Chlorbrom, das überschüssiges Chlor enthält, wenn es unter Abkühlung durch Eis mit Chlorhydrat bereitet ist, auswäscht, die ersten Portionen des Wassers nach Sättigung mit Kali immer chlores saures Kali enthalten. Es ist daher gut zu bemerken, daßs der Rückstand von dieser Sättigung, zu seiner Verwandlung in Chlorkalium geglüht werden muß, ehe man ihn mit salpetersaurem Silberoxyd behandelt.

Mittel, zu erkennen, ob eine Lösung das Chlorjod unzersetzt oder in Chlorwasserstoff- und Jodsäure zerfällt, enthalte.

Es ist nicht richtig, im absoluten Sinne zu sagen, wie man es gethan hat, daßs das Chlorjod sich nicht ohne

*) Wenn die in dem Aether zurückbleibende Bromverbindung wirklich Bromkohlenstoff ist, so unterscheidet sie sich wesentlich von dem ätherisch riechenden und süß schmeckenden Bromkohlenstoff, den ich kennen gelernt habe. (Siehe diese Annal. Bd. XV. S. 70. auch Bd. XVI. S. 377.)

Zersetzung in Wasser löse, und dafs es aus seiner wäfsrigen Lösung nicht durch Aether fortgenommen werden könne.

Starres Chlorjod, in eine geringe Menge Wasser gebracht, zerfällt in zwei Theile, in einen starren gelblichen und in einen flüssigen stark gefärbten. Giefst man die röthliche Flüssigkeit, ein Gemenge von Chlorür und Subchlorür, von dem Niederschlage ab, und in ein zwei bis drei Mal größeres Volum von Aether, und zwar, um eine zu grofse Temperaturerhöhung zu vermeiden, in kleinen Portionen, so wird sie gelb, und wenn man sie dann zu mehreren Malen mit frischem Wasser schüttelt, giebt sie eine sehr lange Zeit hindurch in dem wäfsrigen Theile Jodsäure und Chlorwasserstoffsäure. Erst nach einer sehr grofsen Zahl von Auswaschungen gelingt es, nur das Subchlorür im Aether zu haben, welcher, wenn man ihn darauf mit etwas Wasser stehen läfst, sich, wie bereits gesagt, in jodhaltigen Aether und in Chlorwasserstoffsäure verwandelt.

Der Aether ist demnach im Stande, dem Wasser beide Jodchlorüre zu entziehen, wenn das Subchlorür in einer concentrirten Lösung vorwaltet; wenn man aber diese Lösung hinreichend verdünnt hat, damit sich das Chlorür in Chlorwasserstoff- und Jodsäure verwandeln kann so geht, beim Schütteln mit Aether, das Subchlorür in den ätherischen Theil, und das Gemenge der beiden Säuren in den wäfsrigen Theil, aus dem man auch, bei hinlänglicher Concentration, die Jodsäure durch Aether fällen kann. Es ist glaublich, dafs bei Hineinschüttung von Aether in eine concentrirte Lösung von Chlorjod, das jedoch in Jodsäure und Chlorwasserstoffsäure zerfällt ist die letztere Säure durch ihre Einwirkung auf den Aether zerstört werde, was dann die Abscheidung der in dieser Flüssigkeit unlöslichen Jodsäure befördert.

Aus der vorhergehenden Thatsache ziehe ich den Schlufs, dafs die etwas concentrirte Lösung des Jodchlo-

rürs und Subchlorürs das Wasser nicht zersetzt, d. h. dafs, in dieser Concentration, das Subchlorür die Einwirkung des Chlorürs auf das Wasser verhindert, so dafs, wenn man die Lösung in Aether giefst, dieser zugleich Subchlorür und Chlorür enthält, und dafs sich das letztere nur langsam in Chlorwasserstoff- und Jodsäure verwandeln kann, weil es beim Schütteln nur mit der geringen Wassermenge, welche der Aether zu lösen vermag, in Berührung kommt, wodurch die Erneuerung dieses Wassers nothwendig wird.

Bei meinen Untersuchungen über die jodsauren Pflanzenbasen (S. 595. dieses Heftes) habe ich ein positives Mittel aufgefunden, den Vorgang in dieser Beziehung zu erkennen. Ich habe mich des in Alkohol gelösten schwefelsauren Chinins bedient.

Ich habe gesehen, dafs, wenn man dieselbe in die erwähnte concentrirte wäfsrige Lösung von Jodchlorür und Subchlorür schüttet, kein Niederschlag entsteht, was ein Zeichen der Abwesenheit der Jodsäure und der Nichtzersetzung des Wassers ist. Verdünnt man aber diese Lösung von Jodchlorür und Subchlorür stufenweise mit Wasser, und prüft sie bei jedem neuen Zusatz mit einer alkoholischen Lösung von schwefelsaurem Chinin, so gelangt man zu einem Punkt, wo sie einen Niederschlag von saurem jodsauren Chinin giebt, als Beweis, dafs jetzt Jodsäure erzeugt sey.

Man kann sich demnach dieses Mittels bedienen, um den Moment aufzufinden, wo eine Lösung von Jodchlorür und Subchlorür so verdünnt ist, dafs der Einfluss des Subchlorürs zerstört und das Wasser zersetzt wird.

Ich habe immer beobachtet, dafs man mit dem Zusatz des Wassers nicht zu freigebig seyn dürfe, damit die Flüssigkeit nicht zu sehr verdünnt werde, weil man sie sonst, wegen ihres geringen Gehalts an Jodsäure, in zu großer Menge zur weingeistigen Lösung des Alkaloids

hinzusetzen muß, um den Punkt der Bildung des sauren jodsauren Salzes zu erreichen, wobei dann diese zu wässrig werden und das Salz auflösen kann.

Aus dem Vorhergehenden folgt:

1) Das Chlorbrom, wie sehr es auch mit Chlor gesättigt sey, zersetzt das Wasser nicht. Die beim Schütteln mit Aether stattfindende Bildung von Chlorwasserstoffsäure entspringt aus der Einwirkung des Chlorbroms auf den Aether, wobei auch ein Bromkohlenstoff gebildet wird.

2) Durch Schütteln des Chlorbroms mit Aether und Wasser kann man das Chlor als Chlorwasserstoffsäure gänzlich abscheiden, bevor das Brom, welches gleichzeitig in Aether isolirt wird, sich in Bromwasserstoffsäure und Bromkohlenstoff umwandelt.

3) Gemenge von alkalischen Chlorüren und Bromüren geben, selbst in geringer Menge, bei Vermischung und Erhitzung mit Manganhyperoxyd und mäßig verdünnter Schwefelsäure ein Chlorbrom, welches man durch die angegebene Behandlung mit Aether in seine Bestandtheile zerlegen kann. Auf diese Weise kann man das gleichzeitige Vorkommen von Brom und Chlor in einem Salzgemenge entdecken, wie sehr auch das eine gegen das andere vorwalten mag. Zu erinnern ist dabei, daß man, im Fall eines Ueberschusses von Chlor, das Product der Sättigung des wässrigen Theils glühen muß, um das gebildete Chlorat in Chlorür zu verwandeln, und alles Chlor durch eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd niederschlagen zu können.

4) Mittelst einer alkoholischen Lösung von Chinin oder Cinchonin, im freien oder gebundenen Zustand, kann man auffinden, wie weit eine concentrirte wässrige Lösung von starrem Chlorjod (Gemenge von Chlorür und Subchlorür) verdünnt werden muß, damit eine Wasserzersetzung eintrete; man erkennt dies an dem alsdann er-

folgenden Niederschlag von saurer jodsaurer Pflanzenbase, der, so lange die Flüssigkeit concentrirt ist, nicht gebildet wird.

VI. *Ueber die Sauerstoffabsorption des Silbers in hoher Temperatur;*
von Hrn. Gay-Lussac.

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLV. p. 221.*)

Hr. Lucas hat bekanntlich die Beobachtung gemacht, daß geschmolzenes Silber bei Berührung mit der Luft Sauerstoff aus derselben absorbirt, und hernach beim Erstarren wieder von sich giebt. Diese Eigenschaft ist derjenigen analog, welche dasselbe Metall, nach Pelletier's Beobachtung, in Bezug auf den Phosphor besitzt; es verbindet sich nämlich in der Hitze mit zwei Mal so viel Phosphor, als es im Moment des Erstarrens zurückhalten kann. So wie Hr. Lucas ihn beschrieben, giebt der Versuch nur sehr geringe Absorptionen von Sauerstoff; oft bekommt man selbst gar keine. Weit sicherer gelangt man zum Ziel, wenn man das Silber in einem Porcellanrohr schmelzend erhält, durch das ein Strom von Sauerstoff geleitet wird. Nach einer 25 bis 30 Minuten langen, etwas starken Erhitzung unterbricht man den Sauerstoffstrom und läßt das Feuer ausgehen. In Folge der Temperaturerniedrigung entsteht bald ein Vacuum im Porcellanrohr; allein im Moment, wo das Silber erstarrt, entwickelt sich eine beträchtliche Menge von Sauerstoffgas.

Ein anderes Verfahren, welches ich seiner größeren Einfachheit wegen, dem eben genannten noch vorziehe, besteht darin, daß man Salpeter in kleinen Portionen auf das in einem irdenen Tiegel schmelzend erhaltene Silber schüttet. Nachdem der Versuch etwa eine halbe Stunde

gedauert, zieht man den Tiegel heraus, und stellt ihn, in einer mit Wasser gefüllten Wanne, unter eine Glocke. Man hat keinen Unfall zu befürchten, auch hat man Zeit den Tiegel unter die Glocke zu bringen; allein kaum ist eine Secunde verflossen, so entwickelt sich mit Unge- stüm eine große Menge Sauerstoffgas. Bei einem Versu- che erhielt ich von ihm das 22fache Volumen des Silbers.

Läfst man das Metall tropfenweise in kaltes Was- ser fallen, so sieht man große Blasen von Sauerstoffgas sich aus dem Wasser entwickeln, und das Silber erhält ein runzliches und sehr angenehm mattes Ansehen.

Es ist zu bemerken, daß das Silber, auch wenn es ein wenig Kupfer enthält, noch Sauerstoff absorbirt, und daß es das letztere, vermöge seiner Verwandtschaft zu demselben, vor der Oxydation schützt. Indefs absorbirt es desto leichter Sauerstoff, je reiner es ist, und es ab- sorbirt keinen mehr, wenn es mit einigen Procenten Ku- pfer legirt ist. Ohne Zweifel ist es die Eigenschaft des Silbers, in der Hitze Sauerstoff zu absorbiren und beim Erstarren wieder auszustoßen, der man das Phänomen zuschreiben muß, welches man in der Probirkunst Sprat- zen nennt. Es ist sehr schwierig, das recht feine Silber am Spratzen zu hindern, während es sehr leicht geschieht, sobald es mit ein wenig Kupfer, Blei oder Gold legirt ist. Von der Oxydation des Silbers in der Hitze muß auch der beim Cupelliren stattfindende Verlust an die- sem Metalle, so wie dessen, besonders gegen das Ende der Operation eintretende, Absorption durch die Cupelle abgeleitet werden.

VII. *Notiz über die freiwillige Entzündung der Kohle, in Bezug auf Aubert's Abhandlung *)*; von Dr. Moritz Meyer.

Die Eigenschaft der Faulbaumkohle, sich freiwillig zu entzünden, wurde zuerst von Cossigny, der die Pulvermühlen auf Isle de France leitete, um's Jahr 1780 bemerkt. Er beobachtete, daß Kohle, die auf einem horizontalen Lagerstein zermahlen wurde, sehr lebhaft Funken gab; er glaubte diesem Umstande das damals so häufige Aufliegen der Stämpfmühlen zuschreiben zu dürfen, und schlug deshalb vor, die drei Materialien, die bis dahin auf Einmal gekleinert wurden, jedes für sich zu kleinern, und sie dann erst zu mengen. Diefes ist ziemlich allgemein eingeführt worden, und es ist nicht zu läugnen, daß die Unglücksfälle viel seltener sind als früher. Bei eigends deshalb angestellten Versuchen gelang es Cossigny, reine gepülverte Kohle mittelst starker Hammerschläge zu entzünden. — Im verflossenen Juli entzündete sich auf einer Pulvermühle unweit Lüttich ebenfalls die Kohle auf einem horizontalen marmornen Lagerstein in Gegenwart des dirigirenden Artillerie-Officiers. Er sah deutlich den Funken unter dem Läufer hervorkommen, und überzeugte sich später, daß weder Salpeter- noch Schwefelstaub zu der Entzündung beigetragen.

*) Im vorigen Hefte dies. Ann. S. 451.

VIII. Ueber das Salicin und dessen Umwandlung in einen Farbstoff eigenthümlicher Art;
von Hrn. H. Braconnot.

(*Journal de chim. médicale Année VII. p. 17.*)

Bei Untersuchung einiger Eigenschaften des Salicins überzeugte ich mich, daß dieser Stoff neutral ist, wie man auch schon gefunden hat. Indefs schien mir die Annahme nicht unvernünftig, daß die Säuren durch ihre Einwirkung auf das Salicin dasselbe in eine basische Substanz verwandeln könnten; als ich aber die Erfahrung zu Rathe zog, erhielt ich nur ein negatives Resultat. Mit einigem Erstaunen las ich daher im *Journal de chimie médicale*, November 1830, die Versuche des Hrn. Peschier, nach denen das Salicin durch mehr oder weniger concentrirte Säuren in den Zustand eines Alkali's übergehen, und dann Säuren sättigen und verschiedenartig krystallisirte Salze mit ihnen bilden soll. Bei Wiederholung dieser Versuche erhielt ich indefs andere Resultate.

Nach Hrn. Peschier erhält man das salpetersaure Salicin durch Benetzung des Salicins mit Salpetersäure. Es löst sich in derselben, und hat mir wirklich einige Zeit nach der Vermischung eine gelblichweiße Masse geliefert, in welcher ich aber kein salpetersaures Salicin habe auffinden können, sondern Kohlenstickstoffsäure, verbunden mit einer eigenthümlichen Substanz, die der ähnlich ist, welche ich durch Einwirkung von Mineralsäuren auf das Salicin hervorgebracht und den Harzen gleichgestellt habe.

Wäscht man die weißliche Masse mit Wasser, so löst sich nur ein kleiner Theil, der Kohlenstickstoffsäure, verbunden mit ein Wenig einer veränderten harzigen Substanz, enthält. Der weißse unlösliche Rückstand scheint

dagegen fast gänzlich aus dieser zu bestehen, enthält indess auch noch Kohlenstickstoffsäure genug, um mit Ammoniak eine sehr lebhafte gelbe Farbe anzunehmen, und sogar der Auflösung in diesem Alkali zu widerstehen. Mit concentrirter Schwefelsäure in Berührung gebracht, theilt er dieser eine rothe Farbe mit.

Was das schwefelsaure Salicin betrifft, so glaubt Hr. Peschier dasselbe durch das folgende Verfahren erzeugt zu haben. Er löst das Salicin in, durch fünf Theile Wasser verdünnte Schwefelsäure auf, sättigt die vorwaltende Säure durch kohlenaures Kali und behandelt darauf die hinreichend eingedampfte Flüssigkeit mit Alkohol, welcher, nach Hrn. Peschier, das schwefelsaure Salicin auszieht.

Ich habe diesen Versuch mit aller möglichen Sorgfalt wiederholt; allein statt des schwefelsauren Salicins habe ich nur reines Salicin bekommen, welches durchaus keine Spur von Schwefelsäure enthielt, auch nicht die geringste Veränderung in seinem Krystallgefüge oder seinem perlmutterartigen Ansehen erlitten hatte.

Da ich bemerkt hatte, dafs das Salicin beim Kochen mit sehr verdünnter Schwefelsäure seine Krystallform merklich veränderte, so wollte ich mich überzeugen, ob hierbei ein schwefelsaures Salz entstände. Zu dem Ende sättigte ich die Flüssigkeit, nach zweckdienlichem Kochen, mit einem kohlenauren Alkali, dampfte sie ein und behandelte sie mit Alkohol; dieser zog aber nur Salicin aus, und trübte salpetersauren Baryt durchaus nicht.

Ich habe gesagt, dafs concentrirte Schwefelsäure das Salicin augenblicklich zersetze und eine purpurrothe Flüssigkeit gebe. Dennoch giebt Hr. Peschier vor, durch ein ähnliches Mittel schwefelsaures Salicin erhalten zu haben. Ich mufs gestehen, dafs es mir unmöglich ist, die Meinungen des Hrn. Peschier zu theilen, und selbst irgend eine der in seiner Note enthaltenen Thatsachen anzuerkennen. Er sagt z. B., dafs die concentrirte Schwe-

felsäure dem Salicin im Momente der Berührung eine sehr lebhaft rothe Farbe mittheile, die in Weinroth übergehe, und selbst in ein schmutziges Rosenroth, wenn die Säure in zu großer Menge da sey.

Ich füllte eine kleine mit Glasstöpsel versehene Flasche mit concentrirter Schwefelsäure, und fügte eine Spur von Salicin hinzu. Beim Schütteln war die Färbung anfangs schwach; allein in dem Maasse, als die Auflösung vorschritt, wurde sie stark und sehr lebhaft roth, und diese Farbe erlitt keine Veränderung mit der Zeit.

Ich werde nicht länger bei den von Hrn. Peschier angeführten Versuchen verweilen, muß aber noch sagen, daß ich bei dem Versuche, sie zu wiederholen, darauf geführt wurde, die Substanz zu isoliren, welche die Schwefelsäure bei Einwirkung auf das Salicin so schön roth färbt. Setzt man diese Lösung in einem flachen Gefäße der Luft aus, so läßt die Schwefelsäure, indem sie Feuchtigkeit anzieht, nach und nach die rothe Substanz fallen, wogegen diese gelöst bleibt, wenn man die Säure mit viel Wasser vermischt, und selbst wenn man sie mit einem Alkali sättigt. Wenn man aber die Lösung nur mit etwa dem gleichen Gewichte Wasser verdünnt und dann mit gepulvertem kohlensauren Kali sättigt, so bildet sich ein Niederschlag von schwefelsaurem Kali, verbunden mit einem rothen, etwas in's Gelbliche fallenden Farbstoff. Alkohol, mit diesem Salzrückstand gekocht, scheint wenig Wirkung auf ihn auszuüben; behandelt man ihn aber mit einer zur Lösung des schwefelsauren Kali's hinlänglichen Menge Wasser, so bleibt der Farbstoff zwar in einer solchen Zertheilung in der Flüssigkeit, daß er gelöst zu seyn scheint; allein dennoch läßt er sich leicht durch's Filtrum abscheiden. Gut gewaschen, ist er leberroth, etwas in's Gelbrothe fallend.

Er ist ohne Geschmack. Weder Wasser noch Alkohol wirken merklich auf ihn.

Mit einer Mineralsäure in Berührung gebracht, geht

seine schmutzige Farbe sogleich in ein lebhaftes Roth über, und indem er dabei compacter wird, fällt er bald hernach nieder, ohne sich zu lösen.

Auch in concentrirter Essigsäure ist er beim Sieden unlöslich, und kaum verändert sich seine Farbe dabei.

Von siedender Salpetersäure wird er gelöst, unter Bildung von Kohlenstickstoffsäure.

Die Alkalien, selbst die schwächsten, ertheilen dieser Substanz eine schöne dunkelviolette Farbe; allein sie widersteht hartnäckig der Auflösung in siedender Aetzkalkilauge, wenn gleich die violette Farbe sich ohne die geringste Veränderung in derselben erhält. Bei Zusatz einer Säure geht sie wieder in lebhaftes Roth über.

Getrocknet, ist die untersuchte Substanz bröcklich, und von einer schwarzen in's Braune fallenden Farbe. In diesem Cohäsionszustande wird sie von concentrirter Schwefelsäure lebhaft roth gefärbt; allein ohne dafs sie eine Neigung zeigte, sich aufzulösen.

Ueber dem Feuer haucht sie kaum einen schwachen empyreumatischen Geruch aus, und hinterläßt eine grofse Menge Kohle.

Aus dieser kurzen Auseinandersetzung sieht man, dafs dieser Farbstoff ungemein viel Kohle enthält, und dafs er in der concentrirten Schwefelsäure nur durch eine gänzliche Zersetzung des Salicins, wobei die Elemente desselben sich unter Bildung von Wasser in einer andern Ordnung vereinigen, gebildet worden seyn kann.

Dieser Farbstoff scheint mir hervorstechende Kennzeichen genug zu besitzen, um einen besonderen Namen zu bekommen; ich schlage vor, ihn *Rutilin* zu nennen.

Obgleich das *Salicin* bedeutend von *Populin* (einem andern, von mir in der Espenrinde gefundenen Stoffe *) abweicht, so läfst sich doch eine gewisse Aehnlichkeit zwischen diesen Substanzen nicht verkennen, z. B.

die

*) Man sehe S. 60. dies. Bandes

die beiden gemeinschaftliche Eigenschaft, sich durch Vermittlung der Schwefelsäure fast gänzlich, anfangs in eine eigenthümliche weisse, harzige Substanz, und später in Rutilin zu verwandeln, so wie mittelst Salpetersäure in Kohlenstickstoffsäure. Diese sonderbare Aehnlichkeit hat mich auf die Vermuthung gebracht, daß Salicin und Populin weniger durch das Verhältniß, als durch die Anordnung ihrer Elemente von einander abweichen. Um diese Vermuthung zu bewähren, müßte man beide Substanzen sehr sorgfältig analysiren. Mißtraute ich mir nicht selbst, so würde ich mich dieser delicaten Arbeit vielleicht unterzogen haben; indess wird sie wohl von Chemikern, die in dieser Gattung von Versuchen geschickter als ich sind, mit größerem Erfolg vorgenommen werden.

IX. *Neues Oenometer oder Instrument zur Bestimmung der im Wein oder jeder andern geistigen Flüssigkeit enthaltenen Menge Alkohols.*

Wir beeilen uns, sagen die Herausgeber der *Annales de chimie et de physique* im Octoberheft 1830 ihrer Zeitschrift, das Oenometer anzuzeigen, mit dem Hr. Emil Tabarié die industrielle Oeconomie bereichert hat, und welches seiner ungemeinen Einfachheit wegen sicher bald allgemein in Gebrauch kommen wird. Statt den Weingeist aufzufangen, was ein Destillationsgefäß erfordern würde, bringt Hr. Tabarié den Wein in einem offenen Gefäße zum Kochen und läßt den Alkohol davon gehen. Die Menge desselben bestimmt er durch den Dichtigkeitsunterschied zwischen dem Wein und dem Destillationsrückstand, nachdem er das Volumen der verdampften Flüssigkeit durch Zusatz von Wasser genau wieder

ersetzt hat. Diese sehr sinnreiche Idee hat ihn zur Errichtung eines sehr einfachen Apparats geführt, welcher in Jedermanns Hände gegeben werden kann, und welcher schneller und bequemer eben so sichere Resultate als das gewöhnliche Destillationsverfahren liefert. Er besteht aus einem kleinen Kessel, der mit einer Weingeistlampe erhitzt wird; ein horizontales Querstück nahe am Boden des Kessels zeigt durch den Moment, wo es nicht mehr von der Flüssigkeit benetzt wird, daß die Abdampfung bis zur gänzlichen Vertreibung des Alkohols gediehen ist. Die Dichtigkeiten der Flüssigkeit vor und nach der Operation werden durch ein Aräometer mit doppelter Skale bestimmt. Ein Thermometer für die Temperaturcorrectionen besitzt ebenfalls eine doppelte Graduation; die eine ist die gewöhnliche hunderttheilige; die andere, zur Vereinfachung der Operation, eine eigenthümlich eingerichtete.

Durch Hinzufügung der nöthigen Tafeln hat Hr. T. sein Werk vervollständigt. Er hat es hauptsächlich für die Destillateure des mittäglichen Frankreichs bestimmt; allein es kann auch überall gebraucht werden. Hinsichtlich des Details verweisen wir auf die dem Apparate beigegebene Instruction.

Das vollständige Oenometer kostet 40 Franken, und ist unter andern in Paris, Rue du Faubourg-Saint-Martin, bei Hrn. Collardeau zu haben.

Meteorologische Beobachtungen, angestellt

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermometer R.			Thermograph.		Hygrometer.			
	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.	
1	333,56	333,84	334,19	+ 8,0	+ 9,7	+ 8,4	+ 4,0	+10,0				
2	34,70	35,53	36,11	9,3	10,2	9,5	8,6	10,6				VV
3	38,61	38,46	37,90	5,1	7,5	8,2	3,5	8,6				S
4	36,85	36,75	36,67	7,3	9,3	10,3	3,8	10,8				S
5	37,57	38,21	38,11	9,1	10,9	10,8	6,4	11,0				S
6	37,29	36,64	36,05	5,5	10,2	11,0	4,2	11,5				
7	33,87	33,06	32,38	5,3	8,3	9,3	3,9	9,5				S
8	33,55	33,71	34,00	8,9	9,7	8,9	5,2	10,1				
9	35,72	35,80	35,81	5,5	7,7	6,6	4,8	8,1				V
10	37,08	36,92	37,02	6,6	6,4	6,1	5,6	6,7				SS
11	36,21	35,66	35,05	4,7	7,4	7,8	3,3	8,2				
12	34,98	35,62	36,31	5,7	7,3	7,0	5,3	7,7				SS
13	39,25	39,17	38,95	5,6	7,1	6,7	4,5	7,3				
14	36,90	36,05	35,21	2,4	4,7	5,2	0,7	5,7				S
15	34,97	34,76	34,86	4,5	7,2	7,1	1,3	8,0				S
16	37,14	36,54	35,80	4,4	7,3	6,9	2,5	7,8				S
17	32,79	32,60	32,53	5,4	8,0	8,1	3,5	8,2				S
18	35,48	35,40	35,64	6,0	6,0	5,3	5,9	6,2				V
19	37,24	37,46	37,68	3,6	5,1	5,1	2,1	5,4				S
20	38,61	38,31	38,04	4,1	5,1	5,0	3,6	5,7				I
21	37,53	37,44	37,50	3,7	4,1	2,8	1,7	2,9				V
22	36,69	35,67	34,92	2,3	4,5	4,6	0,5	5,3				V
23	35,39	35,75	36,06	3,5	5,3	5,0	3,3	5,7				V
24	38,50	38,67	39,27	2,2	4,3	4,2	1,7	4,8				N
25	40,90	41,24	31,32	2,1	2,3	3,8	2,2	4,2				N
26	40,70	39,98	39,21	0,7	1,1	0,8	+ 0,7	1,2				N
27	38,30	38,06	37,78	- 0,1	+ 0,3	+ 0,3	- 0,8	+ 0,5				N
28	37,91	38,11	38,15	- 0,1	- 0,4	- 0,7	- 0,5	+ 0,5				
29	38,35	38,27	38,07	- 0,8	+ 0,2	+ 0,6	- 1,8	+ 0,7				
30	38,12	37,76	37,60	- 0,3	+ 0,1	+ 0,4	- 0,3	+ 0,5				
	335,88	335,89	335,82	+ 7,1	+ 9,0	+ 8,9	+ 5,0	+ 9,7				
	336,36	336,16	336,01	+ 4,6	+ 6,5	+ 6,4	+ 3,4	+ 7,0				
	338,24	338,10	337,99	+ 1,3	+ 2,2	+ 2,2	+ 0,7	+ 2,6				
	336,83	336,71	336,61	+ 4,3	+ 5,9	+ 5,9	+ 3,0	+ 6,4				

estellt in Berlin. — November 1830.

Wind.			Wetter.		
9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
W.	W.	W.	bedeckt	bedeckt	bedeckt
VNW.	VNW.	VNW.	verm., stürmisch	heiter, Sturm	heiter, stürmisch
SSO.	SSO.	SSO.	bedeckt	heiter	heiter
SVV.	SVV.	S.	vermischt	- -	- -
SVV.	S.	S.	heiter	- -	- -
S.	S.	S.	- -	- -	- -
SO.	SO.	SO.	- -	- -	- -
S.	SVV.	SVV.	bedeckt	- -	regnigt
W.	W.		neblig	bedeckt	bedeckt, neblig
SSV.	SVV.	S.	bedeckt, regnigt	bedeckt, neblig	- - - -
S.	SSV.	SSV.	neblig	heiter	heiter
SSV.	W.	W.	heiter	vermischt	- -
S.	S.	SSO.	bedeckt	- -	vermischt
SO.	S.	S.	neblig	bedeckt	bedeckt
SSO.	S.	S.	bedeckt	- -	- -
S.	S.	S.	heiter	heiter	heiter
SSO.	S.	S.	vermischt	vermischt	bedeckt
W.	W.	NV.	bedeckt	bedeckt	- -
S.	N.	N.	bedeckt	regnigt	neblig
N.	N.	NV.	vermischt	vermischt	vermischt
W.	W.	W.	bedeckt	vermischt	bedeckt
S.	S.	S.	heiter	- -	- -
W.	W.	NV.	- -	heiter	heiter
NV.	NNV.	NV.	- -	vermischt	vermischt
NO.	N.	NNO.	bedeckt	bedeckt	bedeckt
NO.	NO.	NO.	- -	- -	- -
NO.	O.	O.	- -	- -	- -
O.	O.	O.	- -	- -	- -
O.	O.	O.	- -	vermischt	heiter
O.	O.	O.	- -	bedeckt	bedeckt
Mittel von 1 bis 10					
Mittel - 10 - 20					
Mittel - 20 - 30					
Mittel - 1 - 30					

Meteorologische Beobachtungen, anges

Tag.	Barometer bei 0° R.			Thermometer R.			Thermograph.		Hygrometer.		
	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.	Min.	Max.	9 U.	12 U.	3 U.
1	338,28	38,16	338,15	+ 0,2	+ 0,4	+ 0,2	- 0,2	+ 0,4			
2	37,59	37,21	36,88	+ 0,3	+ 0,2	- 0,3	- 0,1	+ 0,4			
3	34,53	34,39	34,06	0,0	+ 0,2	+ 0,4	- 0,6	+ 0,5			
4	33,97	33,93	33,93	+ 0,6	+ 2,4	+ 2,1	+ 0,4	+ 2,7			
5	34,89	34,88	34,86	+ 0,8	+ 1,5	+ 1,6	+ 0,6	+ 2,3			
6	32,85	32,34	31,88	+ 1,0	+ 1,8	+ 1,6	- 0,6	+ 1,9			
7	31,68	31,56	31,53	+ 1,5	+ 1,7	+ 1,9	+ 1,0	+ 2,0			
8	31,35	31,06	30,89	+ 1,5	+ 1,9	+ 2,8	+ 1,5	+ 2,9			
9	30,08	29,55	29,08	+ 1,0	+ 3,1	+ 3,7	+ 0,5	+ 4,1			
10	26,68	26,46	26,76	+ 2,2	+ 4,4	+ 5,0	+ 0,9	+ 5,4			
11	29,26	29,44	29,91	+ 3,7	+ 5,2	+ 4,5	+ 2,3	+ 6,0			
12	31,13	30,83	30,83	+ 1,3	+ 3,4	+ 3,3	+ 0,9	+ 4,2			
13	33,26	33,72	34,20	+ 0,9	+ 1,6	+ 1,6	+ 0,3	+ 1,7			
14	37,93	38,01	38,45	- 2,3	- 2,1	- 1,3	- 2,3	- 1,3			
15	39,63	38,38	39,69	- 0,5	- 0,6	- 0,4	- 1,9	+ 0,6			
16	40,71	39,89	39,84	- 3,0	- 1,8	0,0	- 5,1	0,0			
17	36,67	35,35	34,82	+ 0,2	+ 0,7	+ 1,4	0,0	+ 0,6			
18	33,78	33,78	33,78	- 0,1	+ 0,3	+ 0,1	- 0,1	+ 0,6			
19	36,73	36,53	36,11	- 4,8	- 3,9	- 3,6	- 4,8	- 3,4			
20	25,86	24,82	24,39	- 3,3	- 2,1	- 1,3	- 3,8	- 1,2			
21	28,17	29,12	30,31	- 0,4	0,0	- 0,3	- 0,5	+ 0,2			
22	31,11	30,33	29,98	+ 0,6	+ 1,5	+ 1,5	- 3,0	+ 1,6			
23	26,75	26,40	26,41	+ 1,3	+ 2,0	+ 0,3	+ 1,1	+ 0,8			
24	29,66	29,52	29,50	+ 0,2	+ 1,1	+ 0,9	- 0,1	+ 0,8			
25	27,75	27,88	28,29	- 1,2	- 2,0	- 4,1	- 2,1	- 1,0			
26	28,39	28,77	29,74	- 3,8	- 3,0	- 3,4	- 4,5	- 2,9			
27	30,98	30,70	30,38	- 9,1	- 6,8	- 7,1	- 9,4	- 6,3			
28	30,44	30,23	29,01	- 7,8	- 6,3	- 5,6	- 9,0	- 5,5			
29	33,70	34,81	35,33	- 5,2	- 4,7	- 3,8	- 5,6	- 3,5			
30	35,99	35,39	35,03	- 2,3	- 0,9	+ 0,2	- 3,8	+ 0,3			
31	34,14	33,71	33,65	+ 0,5	+ 1,7	+ 2,6	- 1,0	+ 2,8			
	333,19	332,95	332,80	+ 0,9	+ 1,8	+ 2,0	- 0,3	+ 2,3			
	334,50	334,07	334,20	- 0,8	+ 0,2	+ 0,3	- 1,5	+ 0,8			
	330,64	330,62	330,69	- 2,4	- 1,6	- 1,7	- 3,5	- 1,1			
	332,71	332,49	332,51	- 0,9	+ 0,1	+ 0,1	+ 1,8	+ 0,6			

gestellt in Berlin. — December 1830.

Wind.				Wetter.		
U.	9 U.	12 U.	3 U.	9 U.	12 U.	3 U.
O.	O.	O.	O.	bedeckt	bedeckt	bedeckt
O.	O.	SO.	SO.	- -	- -	- -
O.	O.	O.	O.	- -	- -	- -
SO.	SO.	SO.	SO.	vermischt	- -	- -
SO.	SO.	SO.	SO.	bedeckt, neblig	- -	- -
O.	O.	O.	O.	bedeckt	- -	- -
O.	O.	O.	O.	regnigt, neblig	bedeckt, neblig	- -
O.	O.	O.	O.	- -	bedeckt	- -
SO.	SO.	SO.	SO.	vermischt	heiter	vermischt
S.	S.	S.	S.	- -	- -	- -
S.	SSW.	SW.	SW.	vermischt	vermischt	bedeckt
S.	S.	S.	S.	- -	- -	vermischt
SVV.	SVV.	S.	S.	- -	- -	bedeckt
W.	W.	W.	W.	bedeckt	bedeckt, Schnee	- -
N.	N.	NO.	NO.	- - Schnee	bedeckt	- - Schnee
N.	N.	N.	N.	bedeckt	- - Schnee	bedeckt
NW.	NW.	NW.	NW.	- -	bedeckt	- - Schnee
NW.	NW.	NW.	NW.	- - Schnee	- - Schnee	- -
NW.	NW.	NW.	NW.	heiter	heiter	heiter
SW.	SW.	SW.	SW.	bedeckt	bedeckt	bedeckt
NW.	W.	W.	W.	bedeckt	bedeckt	bedeckt, Schnee
SW.	SW.	SW.	SW.	- -	- -	bedeckt
W.	NW.	W.	W.	- -	heiter	- - Schnee
W.	W.	W.	W.	vermischt	- -	vermischt
NW.	NW.	NW.	NW.	bedeckt	Schnee	bedeckt, Schnee
NW.	NW.	W.	W.	Schnee	- -	- -
O.	O.	O.	O.	heiter	heiter	heiter
O.	O.	O.	O.	neblig	Schnee	bedeckt
NW.	NW.	NW.	NW.	heiter	heiter	- -
O.	O.	O.	O.	bedeckt	bedeckt	- -
O.	ONO.	NO.	NO.	vermischt	vermischt	vermischt
Mittel vom 1 bis 10						
Mittel - 10 - 20						
Mittel - 20 - 31						
Mittel - 1 - 31						

V. Schade in Berlin.

Taf. No. I.

1828. Zeit.	Freiberg.		Marmato in Columbien.		1828. Zeit.	Declination. Ost.	1828. Zeit.
	n.ö.	Bogen.					
2. Nov. 6 ^h	18,75	−1' 53",1	2. Nov. 9 ^h	6° 33' 48"	12	6 37 33	2. Dec.
7	18,74	2 1 ,8					
8	18,70	2 36 ,5					
9	18,66	3 11 ,3					
10	18,78	−1 35 ,7					
11	18,91	+0 26 ,0					
Mittag 12	19,07	2 45 ,2					Mit
1	19,01	1 53 ,0					
2	18,96	1 9 ,5					
3	18,89	+0 8 ,7					
4	18,82	−0 52 ,2					
5	18,84	0 34 ,8					
6	18,79	1 18 ,3	3. Nov. 8	6 34 42	12	6 34 42 Oscillat.	3. Dec.
7	18,79	1 18 ,3					
8	18,81	1 0 ,9					
9							
10							
11							
12	18,79	−1 18 ,3					
3. Nov. 1	18,75	1 52 ,7					
2	18,74	2 1 ,8					
3	18,76	1 44 ,4					
4							
5	18,76	1 44 ,4					
6	18,77	1 35 ,7					
7	18,74	2 1 ,8					
8	18,71	2 27 ,9					
9	18,70	2 36 ,5					
10	18,75	−1 53 ,1					
11	18,98	+1 26 ,9					
Mittag 12	19,15	3 54 ,8					
1	19,18	4 20 ,9	6	6 34 42			
2	19,10	3 11 ,0					
3							

1828. Zeit.		Freiberg.		Bemer- kung.	Marmato in Columbien.		
		mm.	Bogen.		1828. Zeit.	Declination. Ost.	
Dec.	6 ^h	18,96	+1' 9",5	Osc.	2. Dec.	8 ^h	6° 32' 27"
	7	19,48	+8 41,7				
	8	18,66	-3 11,3				
	9	18,70	-2 36,5				
	10	18,61	3 54,8				
	11	18,70	2 36,5	Osc.	12		33 12
Mittag	12	18,80	19,2				
	1	18,71	2 27,9	Osc.	6		32 27
	2	18,71	2 27,9				
	3	18,82	0 52,2				
	4	18,57	4 29,6				
	5	18,75	1 53,1				
	6	18,71	2 27,9				
	7	18,69	2 45,2				
	8	18,66	3 11,3				
	9						
	10	18,66	3 11,3				
	11						
	12						
3. Dec.	1	18,67	32,6		3. Dec.	9	32 27
	2	18,68	2 53,9				
	3	18,70	2 36,5				
	4						
	5						
	6						
	7						
	8	18,75	-1 53,1				
	9						
	10	18,81	- 10,9				
	11	18,84	-0 34,8				
	12						
	1	18,91	+0 26,0		12		36 21
	2	18,81	-1 27,0				
					6		33 30

Taf. No. II.

Bürgerl. Zeit. 1829.		B e r l i n.			Wetter.	B
		Oscillation.	Declination.			
			Süd-Nonius.	Bogentheile.		
		pp.	pp.			
24. März	6 ^h 0'	0,2	6,10	27' 33",1	heiter	
	7	0,2	5,80	26 11,8		
	8	0,1	5,35	24 9,9		
	9		5,80	26 11,8		
	10 45	0,2	6,20	28 0,2		Mo
	11 30	0,2	6,80	30 42,8		
Mittag	12 30		9,0	40 39,0		
	1 15	0,3	7,25	32 44,8		
	2	0,1	7,95	35 54,5		
	3	2,4	7,80	35 13,8		
	4	1,5	6,55	29 35,1		
	5	0,5	6,75	30 29,3		
	6	0,6	7,0	31 37,0	bedeckt	
	7	0,3	6,75	30 29,3		
	8	0,1	6,55	29 35,1		
	9	2,4	7,00	31 37,0		
	10	0,4	7,00	31 37,0	heiter	
	11	0,5	6,95	31 23,5	bedeckt	
25. März	12	0,1	7,19	32 25,8		H
	1	0,1	6,85	30 56,4		
	2	0,4	7,00	31 37,0		
	3	1,1	6,45	29 8,0	Schnee	
	4	0,3	6,45	29 8,0		
	5 10	0,2	6,60	29 48,6	bedeckt	
	6 10		6,40	28 54,4		Mo
	7	0,1	6,0	27 6,0		
	8	0,1	5,75	25 58,3		
	9 25		6,10	27 33,1		
	10	0,2	6,35	28 40,9		
	11	0,1	6,20	28 0,2		
Mittag	12	0,1	8,40	37 56,2	heiter	
	1	0,1	8,55	38 37,1	bedeckt	
	2	0,1	8,45	38 10,0	-	
	3	,1	7,85	35 27,4	heiter	

Freiberg.

Beobachter.		Declination.		Beobachter.
		Nonius.	Bogentheile.	
	mm.	mm.		
Mendelssohn.	0,02	18,47	—0° 5' 56",5	Reich.
		18,32	—0 8 37,0	
		18,20	—0 9 51,0	
		18,20	—0 9 51,3	
		18,62	—0 3 46,1	
	0,06	18,84	—0 0 34,8	
		18,95	+0 1 0,8	
		18,95	+0 1 0,8	
		19,03	+0 2 10,4	
		18,94	+0 0 52,1	
Encke.		18,60	—0 4 3,5	
		18,62	—0 3 46,1	
		18,62	—0 3 46,1	
		18,55	—0 4 47,0	
		18,49	—0 5 39,1	
Humboldt.		18,52	—0 5 13,1	
		18,50	—0 5 30,4	
		18,48	—0 5 47,8	
		18,45	—0 6 13,9	
		18,45	—0 6 13,9	
Mendelssohn.		18,44	—0 6 22,6	
		18,43	—0 6 31,3	
		18,41	—0 6 48,7	
		18,42	—0 6 40,0	
		18,40	—0 6 57,4	
		18,32	—0 8 7,0	
		18,23	—0 9 25,2	
Encke.		18,27	—0 8 50,4	
		18,38	—0 7 14,8	
		18,63	—0 3 37,4	
		18,92	+0 0 34,7	
		19,06	+0 2 36,5	
		19,05	+0 2 27,8	
		18,90	+0 0 17,4	

Taf. No. III.

Berlin.					Freiberg.						
Bürgerl. Zeit. 1829.	Oscillat.	Declination.		Aeufserer Therm. F.	Wetter.	Beobachter	Oscillat.	Declination.		Thermo- meter R.	Beobachter
		Sud- Nonius.						Nonius	Bogen- theile.		
16. April	6 ^h	pp.	pp.	mm.			mm.	18,31	— 8' 15",7	+7°,9	
	7	0,5	4,90	13,630	heiter		Encke.	0,02	18,13	— 10 52,2	
	8		4,3	13,450				0,04	18,10	— 11 8,2	
	9	0,1	4,3	13,450					18,08	— 11 35,6	
	10	0,1	4,85	13,615				0,06	18,23	— 9 25,2	
	11		5,8	13,900					18,60	— 4 3 5	
	11 ¹ / ₂		6,4	14,080				0,04	18,80	— 1 9,6	
Mittag	12		7,1	14,290			Dirichlet.		18,94	+ 0 52,1	
	12 ¹ / ₂		7,6	14,440					19,11	+ 3 20,0	
	1		7,8	14,500					19,18	+ 4 20,9	
	2	0,1	7,95	14,545					19,19	+ 4 29,6	
	3		7,4	14,380			0,03		19,03	+ 2 10,4	
	4		6,8	14,200					18,88	0 0 0	
	5		6,4	14,080					18,72	— 2 19,2	
	6		6,2	14,020					18,625	— 3 41,8	
	7	3,2	6,4	14,080 *)					18,56	— 4 38,3	
	8	0,6	5,7	13,870			Encke.		18,58	— 4 20,9	
	9	0,3	6,75	14,185					18,59	— 4 12,2	
	10		6,4	14,080					18,43	— 6 31,3	
	11	0,1	6,3	14,050					18,40	— 6 57,4	
	12	0,1	6,7	14,170					18,52	— 5 13,1	
17. April	1		5,95	13,945					18,14	— 10 43,5	
	2		6,3	14,050					18,36	— 7 32,2	
	3		6,4	14,080	bedeckt		Mendelssohn.		18,39	— 7 6,1	
	4		6,4	14,080					18,39	— 7 6,1	
	5								18,39	— 7 6,1	
	6		6,5	14,110					18,41	— 6 48,7	
	7		6,2	14,020			0,02		18,30	— 8 24,3	
	8		6,6	14,140			0,12		18,49	— 5 39,1	
	8 ¹ / ₂		6,9	14,230	51,7		0,12		18,60	— 4 3 5	
	9		6,8	14,200	53,5		0,20		18,52	— 5 13,1	
	9 ¹ / ₂		6,5	14,110	54,4		0,18		18,30	— 8 24,3	
	10		6,5	14,110	55,3		0,05		18,47	— 5 56,5	
	10 ¹ / ₂		6,9	14,230	57,5		0,10		18,60	— 4 3 5	
	11		6,95	14,245	57,5		0,05		18,67	— 3 2 6	
	11 ¹ / ₂		7,1	14,290	59,5		0,06		18,82	— 0 52,2	
Mittag	12		7,35	14,365	57,6		0,08		18,94	+ 0 52,1	
	12 ¹ / ₂		7,55	14,425	58,5		0,11		19,05	+ 2 27,8	
	1		7,9	14,530	60,3		0,04		19,18	+ 4 20,9	
	1 ¹ / ₂		7,8	14,500	58,7		0,08		19,11	+ 3 20,0	
	2		7,95	14,545	59,3		0,08		19,14	+ 3 46,1	
	2 ¹ / ₂	0,1	7,75	14,485		Regen			19,05	+ 2 27,8	
	3		7,65	14,455			0,07		18,97	+ 1 18,2	
	4		7,3	14,350			0,06		18,79	— 1 18,3	
	5		7,15	14,305					18,70	— 2 36,5	
	6		7,05	14,275					18,58	— 4 20,9	
	7		7,0	14,260					18,08	— 11 35,6	
	8		6,4	14,080					18,27	— 8 50,4	
	9		6,5	14,110					18,37	— 7 23,5	
	10		6,7	14,170					18,49	— 5 39,1	
	11		6,9	14,230					18,55	— 4 47,0	
	12		6,35	14,065					18,26	— 8 59,1	
18. April	1		6,8	14,200					18,50	— 5 30,4	
	2		6,7	14,170			Diri- chlet.	0,04	18,41	— 6 48,7	
	3 ¹ / ₂		6,5	14,110				0,06	18,44	— 6 22,6	
	4		6,6	14,140					18,43	— 6 31,3	
	5		6,6	14,140				0,04	18,40	— 6 57,4	
	6		6,5	14,110	43,5				18,36	— 7 32,2	

Berlin.										Freiberg.									
Bürgerl. Zeit. 1829.		Oscillat.	Declination.		Inneres Thermom.	Wetter.	Beobachter	Oscillat.	Declination.		Thermo- meter R.	Beobachter							
				Süd- Nonius.						Nonius.			Bogen- theile.						
7. Juli	6 ^h ₁ ₂	pp.	9,9	15,130		bedeckt		0,14	mm.	mm.		+7°,9							
	7	0,6	9,5	15,010		-				18,47	5 56,5								
	8	0,6	9,2	14,920		-				18,39	7 6,1								
	9	0,3	8,35	14,665		Regen				18,06	11 53,0								
	10	0,1	8,4	14,680		-				18,20	9 51,3								
	11		9,0	14,860		-				18,24	9 16,5								
	12	0,2	9,2	14,920	62° 0	-	Poggendorff.			18,45	6 13,9								
8. Juli	1	0,9	9,25	14,935	60 7	-				18,50	5 30,4								
	2	0,3	8,7	14,770	60 0	-				18,25	9 7,8								
	3	0,4	8,1	14,590	60 0	bedeckt	Encke.	0,02		18,16	10 26,1								
	4	0,2	8,2	14,620	59 7	-				18,08	11 35,6								
	5	0,1	8,25	14,635	59 4	heiter				18,18	10 8,7								
	6	0,1	7,95	14,545	59 5	-				17,95	13 28,7	+8°,2	v. Wernsdorff.						
	7	0,2	8,1	14,590		windig				17,99	12 53,9								
	8		8,05	14,575		-				17,91	14 3,4								
	9		8,05	14,575	61 5	Regen	Dirichlet.			17,97	13 11,3								
	10		9,1	14,890	62 4	-				18,23	9 25,2		Pilz.						
	11		9,6	15,040	61 3	-				18,62	- 3 46,1								
Mittag	12	0,1	10,35	15,265	61 4	s. windig				18,91	+ 0 26,0								
	1	0,2	10,8	15,400	61 2	heiter	Encke.	0,04		19,01	1 53,0	+8°,0							
	2		11,1	15,490	61 2	windig				19,02	2 1,7								
	3		10,4	15,280	61 0	bedeckt				18,90	+ 0 17,4								
	4		10,0	15,160	61 0	bewölkt				18,67	- 3 2,6		Lindner.						
	5	0,8	9,4	14,980	61 5	-				18,52	5 13,1								
	6		9,5	15,010	61 2	heiter				18,47	5 56,5								
	7	0,2	9,5	15,010	62 0	-				18,44	6 22,6								
	8	0,2	9,3	14,590	61 5	-				18,35	7 40,9								
	9	0,3	8,75	14,785	61 0	-				18,24	9 16,5								
	10	0,1	9,2	14,920	60 8	bewölkt				18,36	7 32,2		Reich.						
	11		9,2	14,920		heiter	Dirichlet, Weber, Poggendorff.			18,39	7 6,1								
	12		9,25	14,935	60 5	bewölkt				18,39	7 6,1								
9. Juli	1		9,0	14,860	60 25	-				18,425	6 35,7								
	2	0,2	9,0	14,860	59 9	-				18,44	6 22,6								
	3		9,5	15,010	59 5	bedeckt				18,58	4 20,9								
	4		8,6	14,740	59 6	heiter				18,18	10 8,7								
	5		8,4	14,680	59 0	bedeckt				18,16	11 18,2		Hering.						
	6		8,2	14,620	58 9	-				17,96	-13 20,0								

Taf. No. IV.

Berlin.				Freiberg.							
Bürgerl. Zeit. 1829.		Oscillat.	Declination.		Inneres Therm. F.	Wetter.	Beobachter	Oscillat.	Declination.		
				Süd- Nonius.					Nonius.	Bogen- theile.	
5 Aug.	4 ^h	pp. 0,15	pp. 4,525	mm. 15,713		bedeckt	Encke.	mm.	mm.	-10' 8",7	
	5	0,05	4,525	15,713		heiter		0,04	18,18	10 43,5	
	6	0,1	4,45	15,690		Regen		0,02	18,06	11 53,0	
	7		4,3	15,645		bedeckt			17,88	14 29,5	
	8		4,25	15,630		-	Magnus.	0,05	17,88	14 29,5	
	9	0,1	4,35	15,660		heiter		0,06	17,92	13 54,7	
	10	0,1	4,45	15,690		-		0,03	18,02	12 27,8	
	11	0,1	4,65	15,750		-			18,27	8 50,4	
	Mittag	12	0,1	4,90	15,825		-	Hoffmann.		18,63	3 37,4
	1	0,1	5,05	15,870		-			18,82	0 52,2	
	2	0,1	5,10	15,885		bedeckt	0,01		18,90	+ 0 17,4	
	3	0,1	5,10	15,885		-			18,80	- 1 9,6	
6 Aug.	4		5,00	15,855		-	Encke.		18,66	3 11,3	
	5	0,1	4,85	15,810		-			18,54	4 55,7	
	6		4,80	15,795	64° 0	-		Hoffmann.		18,45	6 13,9
	7		4,80	15,795	64,0	heiter				18,51	5 21,8
	8		4,80	15,795	63,5	-			18,50	5 30,4	
	9	0,2	4,90	15,825	62,5	bedeckt			18,44	6 22,6	
	10	0,4	4,80	15,795	62,0	-	Encke.		18,44	6 22,6	
	11	0,2	4,90	15,825	62,5	heiter			18,44	6 22,6	
	12 ^h		4,80	15,795	62,0	bedeckt			18,40	6 57,4	
	1	0,1	4,80	15,795	62,0	-		Magnus.	0,08	18,38	7 14,8
	2		4,80	15,795	63,0	-	0,04		18,37	7 23,5	
	3		4,80	15,795	62,3	-			18,38	7 14,8	
4	0,05	4,825	15,803	61,2	-		18,37		7 23,5		
Mittag	5	0,3	4,45	15,690	60,0	-	Hoffmann.		18,21	9 42,6	
	6	0,1	4,55	15,720	59,5	-			18,07	11 44,3	
	7	0,1	4,55	15,720	59,0	-			18,08	11 35,6	
	8	0,1	4,65	15,750	59,0	heiter			18,23	9 25,2	
	9	0,2	4,70	15,765	59,0	-	Encke.		18,32	8 7,0	
	10	0,1	4,85	15,810	59,0	-			18,47	5 56,5	
	11	0,1	5,05	15,870	59,5	bewölkt			18,67	- 3 2,6	
	12	0,1	5,45	15,990	60,0	heiter			19,04	+ 2 19,0	
	1	0,3	5,65	16,050	61,8	-	Poggendorff und Hoffmann.		19,19	4 29,6	
	2		5,8	16,095	61,8	bewölkt			19,25	5 21,7	
	3	0,1	5,45	15,990	61,5	bedeckt			19,10	3 11,3	
	4		5,2	15,915	62,5	-			18,90	+ 0 17,4	
	5		4,9	15,825	63,0	-			18,64	- 3 28,7	
	6	0,2	4,6	15,735	63,0	-			18,52	5 13,1	
	7	0,2	4,6	15,735	62,5	-			18,58	4 20,9	
	8	0,2	4,5	15,705	62,8	-			18,57	4 29,6	
	9	0,6	4,5	15,705	62,5	-			18,56	4 38,3	
	10		4,4	15,675	62,5	-			18,46	6 5,2	
	11	0,1	4,35	15,660	63,3	-			18,42	6 40,0	
	12		4,4	15,675	62,0	bewölkt			18,45	- 6 13,9	

Die Beobachtungen mit dem Zeichen : sind unsicher, weil die Nadel, aus

erg.

Thermo- meter R.	Beobachter	Bürgerl. Zeit. 1829.	Nonius.			Barometer.	Therrm.		Wetter.	
			Nord.	Süd.	Mittel.		Innere C. o.	Äußer. C. o.		
8,7 13,5 13,0 29,5 29,5 4,7 27,8 20,4 27,4 2,2 2,2 9,6 1,3 5,7 3,9 1,8 0,4 2,6 2,6 2,6 7,4 4,8 3,5 4,8 3,5 2,6 4,3 5,6 5,2 7,0 6,5 2,6 9,0 9,6 1,7 1,3 7,4 8,7 3,1 0,9 9,6 8,8 5,2 0,0 3,9	+7°,9	Reich.	5. Aug. 4h	mm.	mm.	mm.	751,83	21,8	20,2	bewölkt
			5	13,63	13,61	13,620	751,93	20,0	19,9	-
			6	13,58	13,56	13,570	751,98	21,3	20,3	-
			7	13,59	13,57	13,580	752,03	22,0	22,0	Sonnenschein
			8	13,52	13,50	13,515	752,08	22,5	23,1	-
			9	13,59	13,565	13,577	752,13	23,5	25,5	-
			10	13,72	13,70	13,710	752,53	24,3	26,0	-
			11	13,87	13,85	13,860	752,68	24,5	27,0	heiter, sehr
			Mittag 12	14,21	14,175	14,192	752,53	24,4	26,5	wenig Wolk.
			1	14,455	14,435	14,445	752,28	24,5	27,7	-
			2	14,545	14,510	14,527	752,28	24,5	27,0	-
			3	14,40	14,36	14,380	751,83	24,5	27,0	-
			4	14,23	14,19	14,210	751,78	25,0	26,7	-
			5	13,02	13,98	14,000	751,78	24,5	25,5	-
			6	13,85	13,82	13,835	751,73	24,3	24,5	-
			7	13,81	13,79	13,800	751,83	23,2	23,5	-
			8	13,84	13,81	13,825	752,13	23,1	21,8	heiter
			9	13,91	13,87	13,890	752,13	21,8	21,0	-
			10	13,92	13,88	13,900	752,08	21,0	20,3	-
			11	13,88	13,83	13,855	752,08	21,0	19,0	-
			12	13,86	13,82	13,840	752,28	29,5	18,0	-
			6. Aug. 1	13,90	13,85	13,875	752,18	19,2	16,0	-
			2	13,80	13,75	13,775	752,18	18,7	16,0	-
			3	13,79	13,72	13,755	752,18	18,0	15,0	-
			4	13,76	13,71	13,735	752,58	17,5	15,0	-
			5	13,71	13,64	13,675	752,63	17,5	15,5	-
			6	13,62	13,60	13,610	752,83	17,5	16,5	-
			7	13,61	13,56	13,585	753,13	18,9	17,5	durchsichtige
			8	13,58	13,51	13,545	753,23	20,0	20,0	Wolken.
			9	13,66	13,60	13,630	753,58	21,2	22,0	heiter
			10	13,83	13,78	13,805	753,63	22,0	23,5	-
			11	13,89	13,83	13,860	753,68	22,5	24,5	-
			Mittag 12	14,10	14,04	14,070	753,68	22,5	26,0	-
			1	14,27	14,20	14,235	753,63	23,5	25,6	-
			2	14,45	14,39	14,420	753,68	24,5	26,0	-
			3	14,365	14,30	14,332	753,63	25,0	26,4	-
			4	14,35	14,28	14,315	753,58	24,7	26,6	-
			5	14,07	14,01	14,040	753,33	24,7	25,3	-
			6	13,84	13,78	13,810	753,08	23,5	24,6	-
			7	13,94	13,87	13,905	753,18	22,2	23,5	-
			8	14,00	13,93	13,965	753,33	22,6	23,0	-
			9	14,00	13,93	13,965	753,38	21,2	18,0	-
			10				753,48	21,4	16,2	-
			11	14,00	13,92	13,960	753,53	22,5	16,2	-
			12	13,85	13,78	13,815	753,68	21,5	15,0	-
			7. Aug. 1	13,78	13,72	13,750	753,68	22,5	14,0	-
			2	13,78	13,72	13,750	754,08	22,5	13,0	-
			3	13,74	13,68	13,710	754,03	22,0	12,0	-
			4	13,71	13,64	13,675	754,08	21,5	11,5	-
			5	13,65	13,58	13,615	754,13	21,5	11,5	-
			6							-
			7	13,51	13,43	13,470	754,23	22,5	18,0	-
			8	13,36	13,30	13,330	754,43	23,1	21,0	-
			9	13,42	13,35	13,385	754,68	24,4	24,0	-
										-

, aus unbekannter Ursache, unruhig war.

Taf. No. V.

Bürgerl. Zeit. 1829.		Berlin.					Freiberg.							
		Oscillat.	Declination.		Innere Therm. F.	Wetter.	Beobachter	Oscillat.	Nonius.	Bogen- theile.	Therm. R.	Beobachter		
			Nonius.											
			Süd	Nord										
1. Oct.	4 ^h	pp.	pp.	mm.	mm.	56° 0	bedeckt	Encke.	mm.	mm.			Reich.	
	5	0,1	1,55	14,820	11,97	56° 0	-		18,56	-4' 38",3	+7°,9			
	6	0,1	1,15	14,700	11,87	56° 0	-		18,51	5 21,8				
	7	0,1	1,05	14,670	11,815	56° 0	-		0,01 18,425	6 35,7				
	8	0,4	0,80	14,595	11,77	55° 8	-		0,04 18,37	7 23,5				
	9	0,5	0,75	14,580	11,775	55° 8	-		18,35	7 40,9				
	10	0,3	1,05	14,670	11,89	55° 4	-		0,02 18,41	6 48,7				
	11	0,2	1,80	14,895	12,05	56° 0	-		0,03 18,565	4 33,9				
	Mittag	12	0,2	2,50	15,105	12,23	58° 5		-	0,03 18,765	-1 40,0			
	1	0,3	3,15	15,300	12,46	57° 0	-		19,03	+2 10,4				
	2	0,2	3,60	15,435	12,60	56° 5	-		19,18	4 20,9				
	2. Oct.	2	0,1	3,05	15,270	12,45	56° 5		-	Poggendorff.	0,02 19,09	+3 2,6		
3		0,2	2,60	15,135	12,30	56° 5	-	18,555	-0 21,7					
4		0,15	2,08	14,979	12,14	56° 5	-	18,75	1 53,1					
5		0,1	1,85	14,910		56° 5	-	18,68	2 53,9					
6		0,1	1,75	14,880		56° 0	-	18,65	3 20,0					
7		0,1	1,85	14,910		56° 0	heiter	0,07 18,71	2 27,9					
8		0,1	0,95	14,640	11,76	55° 0	-	18,45	6 13,9					
9		0,1	0,95	14,640	11,79	55° 0	-	18,52	5 13,1					
10		0,1	0,65	14,550	11,73	55° 0	-	18,45	6 13,9					
11		0,1	0,55	14,520	11,60	54° 5	-	0,01 18,275	8 46,0					
12			1,30	14,745	11,92	55° 0	-	0,19 18,595	4 7,8					
Mittag		1	0,1	1,45	14,790	11,935	53° 0	-	Encke.		0,02 18,66	3 11,3		
	2		1,45	14,790	11,935	52° 7	-	0,07 18,615		3 50,4				
	3		1,40	14,775	11,92	53° 0	-	0,06 18,57		4 29,6				
	4	0,1	1,45	14,790	11,92	52° 5	-	0,09 18,565		4 33,9				
	5	0,1	1,45	14,790	11,92	49° 5	Nebel	18,56		4 38,3				
	6	0,4	1,20	14,715	11,92	50° 0	-	18,52		5 13,1				
	7	0,2	1,00	14,655	11,80	48° 0	-	18,49		5 39,1				
	8	0,2	0,80	14,595	11,74	47° 5	-	18,37		7 23,5				
	9	0,1	1,15	14,700	11,81	47° 0	heiter	0,08 18,41		6 48,7				
	10	0,1	1,80	14,895	12,09	47° 5	-	18,60		-4 3,5				
	11	0,1	3,00	15,255	12,38	48° 0	-	18,95		+1 0,8				
	12	0,4	3,80	15,495	12,63	49° 0	-	19,18		4 20,9				
Mittag	1	0,3	4,15	15,600	12,75	50° 0	-	Pog- gend.	19,255	5 26,0			Pitz.	
	2	0,2	3,60	15,435	12,59	50° 0	-		19,13	3 37,4				
	3	0,2	3,25	15,330	12,46	51° 5	-		19,10	+3 11,3				
	4	0,9	2,55	15,120	12,08	52° 5	-		18,87	-0 8,7				
	5	0,1	2,10	14,985	12,17	52° 1	-		18,76	1 44,4				
	6	0,6	2,00	14,955	12,09	53° 8	-		18,69	2 45,2				
	7	0,4	1,70	14,865	12,00	53° 5	-		18,62	3 46,1	+8°,3			
	8	0,2	1,70	14,865	12,00	54° 2	-		0,03 18,615	3 50,4				
	9	0,6	1,00	14,655	11,79	54° 2	-		18,38	7 14,8				
	10		1,30	14,745	11,87	54° 2	-		18,50	5 30,4				
	11	0,1	1,35	14,760	11,90	54° 3	-		18,53	5 4,4				
	12	0,4	1,00	14,655	11,78	54° 8	-		Köhler.	18,45	6 13,9			

Therm. R.	Beobachter	K a s a n. Beobacht. Simonoff.						Nicolajew.		Petersburg.	
		Bürgerl. Zeit. 1829.	Nord.	Süd.	Mittel.	Aeusseres Therm. R.	Wetter.	Nonius.	Beobachter	Declina- tion.	Beobachter
0,9	Reich.	1. Oct. 4 ^h	mm. 12,84	mm. 12,72	mm. 12,780	+ 5°,5	heiter	mm. 22,3200	in einem Zelte neben der Sternwarte.	7° 30' 0"	Die Beobachtungen sind von den HH. Kupffer u. Tarkheynoff angestellt, im physik. Cabinet d. Acad.
		5	12,82	12,68	12,750	4,0	-	22,3150		30 0	
		6	12,82	12,68	12,750	3,7	-	22,3800		28 20	
		7	12,72	12,57	12,645	5,5	bedeckt	22,5200		24 15	
		8	12,54	12,40	12,470	6,7	-	22,5900		23 52	
		9	12,56	12,42	12,490	8,0	-	22,5800		24 0	
		10	12,67	12,53	12,600	10,0	-	22,4250		25 30	
		11	12,80	12,68	12,740	13,0	vermischt	22,1650		28 15	
		Mittag 12	13,00	12,87	12,935	12,0	-	21,9550		32 20	
		1	13,22	13,08	13,150	12,8	-	21,8500		34 45	
		2	13,25	13,11	13,180	12,5	-	21,8550		35 15	
		3	13,22	13,08	13,150	11,0	einige VVol	22,0235		33 30	
		4	13,05	12,91	12,980	11,0	ken.	22,2035		30 52	
		5	12,92	12,78	12,850	9,0	-	22,2800	Die Beobachtungen sind v. den HH. Lenz u. Knorre angestellt, in einem Zelte neben der Sternwarte.	29 47	
		6	12,95	12,81	12,880	7,0	-	22,2785		29 54	
		7	12,95	12,81	12,880	6,75	-	22,3100		28 45	
		8	12,92	12,76	12,840	6,0	-	22,3560		28 15	
		9	12,73	12,59	12,660	5,75	-	22,5300		22 0	
		10	12,60	12,45	12,525	5,25	-	22,4910		25 20	
		11	12,60	12,45	12,525	6,5	bedeckt	22,4500		26 30	
		12	12,78	12,63	12,705	6,5	wolkig	22,5565		23 50	
		2. Oct. 1	12,63	12,49	12,560	6,5	-	22,4385		28 30	
		2	12,78	12,64	12,710	6,5	vermischt	22,3940		28 45	
		3	12,82	12,68	12,750	6,5	-	22,3950		28 15	
		4	12,82	12,68	12,750	7,0	-	22,4025		28 30	
		5	12,81	12,67	12,740	7,5	-	22,4125		28 45	
		6	12,79	12,65	12,720	8,0	-	22,4100		28 30	
		7	12,71	12,57	12,640	8,0	-	22,4250		26 30	
		8	12,61	12,49	12,550	9,0	-	22,6150		25 30	
		9	12,61	12,48	12,545	10,0	-	22,6175		24 45	
		10	12,64	12,50	12,570	12,0	-	22,4550		27 0	
		11	12,88	12,74	12,810	13,0	-	22,4825		33 0	
		Mittag 12	13,15	13,04	13,095	13,5	einige VVol	21,9050	Die Beobachtungen sind v. den HH. Lenz u. Knorre angestellt, in einem Zelte neben der Sternwarte.	36 45	
		1	13,27	13,15	13,210	14,7	ken.	21,7600		38 50	
		2	13,40	13,28	13,340	15,5	-	21,8635		37 30	
		3	13,29	13,17	13,230	15,5	Reg. Sonnsch.	22,0130		34 45	
		4	13,15	13,05	13,100	15,25	einige VVol	22,1175		33 45	
		5	13,04	12,93	12,985	14,5	ken.	22,2515		31 30	
		6	12,97	12,85	12,910	13,3	heiter	22,3125		30 30	
		7	12,88	12,76	12,820	12,2	-	22,3850		29 45	
		8	12,87	12,75	12,810	10,2	-	22,3735		29 45	
		9	12,82	12,72	12,770	10,0	-	22,3965		28 10	
		10	12,82	12,70	12,760	9,5	-	22,6565		21 0	
		11	12,45	12,34	12,395	9,0	-	22,5000		27 45	
		12	12,72	12,60	12,660	9,0	-	22,5210		28 30	

Taf. No. VI.

Berlin.												F r
Bürgerl. Zeit. 1829.		Oscillation	Declination.			Therm. draufs. F.	Wetter.	Beobachter	Oscillation	Declination.		
			Nonius.							Nonius.		
			pp.	mm.	mm.					mm.	mm.	
19. Dec.	4 ^h		1,00	14,630	11,850	25,0	bedeckt				18,61	
	5	0,1	1,35	14,735	11,940	26,0	-			0,02	18,53	
	6	*)	2,25	15,005	12,22	25,5	-	Encke.		0,05	19,035	
	7	0,1	1,45	14,765	12,03	24,3	-				18,67	
	8	0,2	1,3	14,720	12,00	24,0	-			0,02	18,72	
	9		1,2	14,690	11,90	24,0	-			0,04	18,64	
	10	0,7	1,85	14,885	12,13	24,3	-		0,16	18,74		
	11	*)	2,30	15,020	12,24	25,2	-		0,03	18,935		
	Mittag	12		3,53	15,389	12,68	24,4	-			19,13	
	1	0,05	2,88	15,194	12,40	26,0	-	Dove.			19,18	
	2		2,95	15,215	12,47	25,2	-				19,15	
	3	0,1	1,95	14,915	12,14	26,1	-				18,78	
4	0,2	-0,1	14,300	11,48	27,0	-				18,73		
5	1,1	2,45	15,065	12,33	26,2	-		Magnus.		18,82		
6	*)					-				18,67		
7		0,7	14,540	11,74	26,8	-				18,52		
8	0,2	0,4	14,450	11,66	26,3	-			0,02	18,45		
9	0,3	0,25	14,405	11,61	26,0	-		0,03	18,335			
10	0,3	0,05	14,345	11,49	25,4	-			18,08			
11		-0,2	14,270	11,44	25,2	-			18,21			
12	*)					-		Dirichlet		18,00		
Ausgangspunkt verändert												
20. Dec.	1	0,4	5,0	13,330	10,64	27,0	-				17,23	
	2	0,2	6,9	13,900	11,30	28,0	-				17,85	
	3	0,1	8,35	14,335	11,62	27,0	-				18,14	
	4	0,1	7,35	14,035	11,30	27,5	-				18,77	
	Ausgangspunkt verändert											
	5		6,00	15,140	12,41	29,0	-		Encke.		18,54	
	6	0,4	6,10	15,170	12,41	28,0	-				18,88	
	7	0,2	8,2	15,800	13,05	27,5	-				19,60	
	8	0,3	6,15	15,185	12,46	27,0	-			0,02	19,09	
	9	0,3	5,65	15,035	12,21	26,8	-			19,00		
	10	0,2	5,30	14,930	12,15	26,5	-			18,81		
	11	0,1	4,95	14,825	12,17	26,5	Schnee			18,75		
Mittag	12	0,2	5,30	14,930	12,17	26,5	-			19,06		
1	0,2	6,70	15,350	12,56	27,5	bedeckt		0,05	19,275			
2	0,2	6,6	15,320		28,0	-			19,29			
3	0,2	5,5	14,990	12,24	27,75	-			18,91			
4	0,4	5,1	14,870		26,4	-			18,70			
5		4,7	14,750		26,2	-			18,67			
6	*)	3,8	14,480		31,1	-		0,15	18,275			
7	0,2	4,4	14,660	11,90	28,2	Schnee			18,67			
8	0,2	4,6	14,720	11,92	28,8	-			18,63			
9	0,2	4,3	14,630	11,88	28,0	-			18,60			
10		4,0	14,540	11,80	28,6	-			18,52			
11	0,2	3,8	14,480	11,67	28,1	-			18,44			
12	0,8 *)	3,6	14,420		28,0	-		Dove.	0,14	18,40		

*) Zu allen diesen Stunden waren die Oscillationen progressiv.

**) Beide Mal waren die Oscillationen zu groß, um ein Mittel nehmen zu können.

Freiberg.			Kasan. Beobacht. Simonoff.						
Declination.		Therm. R.	Beobachter	Bürgerl. Zeit. 1829.	Nonius.			Therm. R.	Wetter.
Nonius.	Bogenheile				Nord	Süd	Mittel		
n.									
61	— 3' 54",8	+7°,9	Reich.	19. Dec. 4 ^h	12,45	12,35	12,400	— 3°,5	bedeckt
53	— 5 4,4			5	12,56	12,45	12,505	5,0	-
935	+ 2 14,8			6	12,54	12,43	12,485	5,5	-
67	— 3 2,6			7	12,57	12,46	12,515	6,0	-
72	— 2 19,2			8	12,72	12,62	12,670	6,0	-
64	— 3 28,7			9	13,01	12,90	12,955	8,0	Schnee
74	— 2 1,8			10	12,67	12,55	12,610	7,25	-
935	+ 0 47,7			11	12,64	12,52	12,580	7,5	-
13	+ 3 37,4			Mittag 12	12,62	12,50	12,560	7,75	-
18	+ 4 20,9			1	12,71	12,59	12,650	7,5	-
15	+ 3 54,8			2	12,66	12,55	12,605	7,5	-
78	— 1 27,0	+8°,1	Pilz.	3	12,29	12,17	12,230	7,5	bedeckt
73	— 2 10,5			4	12,52	12,40	12,460	7,0	-
82	— 0 52,2			5	12,18	12,06	12,120	7,0	-
67	— 3 2,6			6	12,07	11,95	12,010	7,0	-
52	— 5 13,1			7	11,78	11,67	11,725	6,5	-
45	— 6 13,9			8	12,19	12,09	12,140	6,5	-
335	— 7 54,0			9	11,84	11,74	11,790	6,5	-
08	— 11 35,6			10	11,90	11,78	11,840	6,0	-
21	— 9 42,6			11	11,83	11,71	11,770	6,25	-
00	— 12 45,2			12	11,88	11,75	11,815	6,0	-
23	— 23 58,9		Lindner.	20. Dec. 1	11,90	11,78	11,840	6,0	-
85	— 14 53,6			2	12,12	12,00	12,060	6,0	-
14	— 10 43,5			3	11,90	11,79	11,845	6,0	-
77	— 1 35,7			4	12,06	11,95	12,005	5,5	-
54	— 4 55,7			5	13,15	13,04	13,095	5,75	-
88	0 0,0			6	13,22	13,10	13,160	6,0	-
60	+ 10 26,1			7	12,72	12,61	12,665	6,0	-
09	+ 3 2,6			8	12,47	12,36	12,415	6,0	-
00	+ 1 44,3			9	13,00	12,87	12,935	5,0	-
81	— 1 0,9			10	12,91	12,80	12,855	5,0	-
75	— 1 53,1			11	12,73	12,62	12,675	5,0	-
06	+ 2 36,5			Mittag 12	12,73	12,62	12,675	5,75	-
275	+ 5 43,4	+8°,46	v. Wernsdorff.	1	12,62	12,50	12,560	6,5	-
29	+ 5 56,5			2	12,72	12,60	12,660	8,0	-
91	+ 0 26,0			3	12,48	12,37	12,425	7,5	-
70	— 2 36,5			4	12,51	12,40	12,455	10,0	-
67	— 3 2,6			5	12,32	12,20	12,260	13,0	-
275	— 8 46,1			6	12,57	12,46	12,515	14,0	heit. am
67	— 3 2,6			7	12,42	12,31	12,365	15,0	Horiz.
63	— 3 37,4			8	12,24	12,14	12,190	15,5	Nebel
60	— 4 3,5			9	12,24	12,13	12,185	16,25	heiter
52	— 5 13,1			10	12,21	12,10	12,155	16,75	-
44	— 6 22,6			11	12,46	12,35	12,405	17,0	-
40	— 6 57,4			12	12,48	12,37	12,425	18,0	-
			Reich.						

können.

1829. December.	Petersburg.	Nicolajew.	1829. December.	Petersburg.	Nicolajew.
19. 4 ^h 13'	7 ^o 58' 0"		19. 5 ^h 37'	8 ^o 3' 0"	
83	8 0 30	mm.	5 44	7 45 0	
53	2 0	18,255	5 46	43 0	
5 13	3 15		5 50	46 0	mm.
33	3 0		5 53	55 0	18,6
53	3 30	18,237	5 56	8 1 0	
6 13	4 15		5 58	5 0	
33	5 50		6 0	5 0	
53	13 40	18,030	6 13	7 59 15	
7 13	14 0		33	8 3 22	
33	10 37		43	2 15	
53	6 37	17,982	53	2 15	18,3
8 13	4 0		7 3	7 56 0	
33	3 30		13	49 30	
53	2 45	18,187	16	40 45	
9 13	1 30		18	37 30	
33	2 15		20	34 30	
53	2 52	18,192	21	32 0	
10 13	1 37		23	27 0	
33	1 45		27	36 0	
53	4 30	18,108	33	42 0	
11 13	5 30		43	48 30	
33	4 30		53	53 15	18,5
53	5 30	17,972	8 0	55 15	
Mitt. 12 13	5 45		13	55 0	
33	6 0		33	54 15	
53	7 15	17,992	53	54 15	18,5
1 13	11 0		9 13	53 15	
33	6 30		33	53 0	
53	4 45	18,150	53	52 15	18,6
2 20	8 30		10 13	52 37	
33	8 30		33	47 45	
53	6 30	18,115	53	48 0	18,7
3 13	6 0		11 0	48 45	
33	5 45		20	52 45	
53	7 58 0	18,385	40	52 45	18,6
4 13	8 6 30		12 0	52 30	
33	2 15				
53	1 30	18,360			
5 13	7 59 15				
33	8 5 0				
36	6 30				

Bemerkungen zu den obigen Beobachtungen

Diese Beobachtungen sind genau correspondirend, d. h. gleichzeitig angestellt und Nicolajew östlicher liegt, so ist hier 5^h wenn zu Petersburg 4^h 53' ist u. s. w. und in Petersburg zu 11^h 0', 11^h 20' u. s. w. beobachtet, so daß ich gezwungen war $x^h . 40'$ und $(x+1)^h 0'$ zu stellen.

Die in dieser Tafel enthaltenen Zahlen haben keine Beziehung zu der abso konnte. Ich habe daher die Beobachtungen bei einer willkürlichen Stellung der B

Wenn in den Petersburger Beobachtungen der Bogen zunimmt, geht die N der Millimeter-Anzahl, daß die Nadel nach Osten gegangen sey.

Bei den Beobachtungen von Nicolajew ist $1^{mm} = 14,5$.

urger Zeit.

Nicolajew.	1829. December.	Petersburg.	Nicolajew.	1829. December.	Petersburg.	Nicola- jew.
	20. 12 ^h 0'	7° 52' 30'		20. 1 ^h 13'	8° 6' 15"	
	20	53 45		33	6 0	mm.
	40	54 15	mm.	53	7 30	18,000
mm.	1 0	55 0	18,590	2 13	7 45	
18,660	20	51 30		33	8 0	
	40	42 30		53	6 30	17,940
	45	39 30		3 13	6 30	
	50	39 30	18,540	33	5 0	
	2 0	39 30		53	8 30	18,280
	10	39 45		4 13	3 45	
18,305	20	39 0		33	4 15	
	40	37 45	18,753	53	2 20	18,205
	3 0	47 15		5 13	3 0	
	20	55 45		33	4 22	
	40	8 2 45	18,122	53	1 45	18,245
	4 13	7 30		6 13	1 30	
	33	9 30		33	0 30	
	53	23 30	17,757	53	7 57 30	18,320
	5 13	17 30		7 13	54 30	
	33	3 0		33	58 0	
	53	7 59 15	18,397	53	8 0 0	18,345
18,515	6 13	8 7 15		8 13	7 56 15	
	33	8 30		33	57 0	
	53	12 15	17,790	53	57 0	18,395
	7 13	20 15		9 13	58 45	
18,555	33	19 45		33	59 40	
	53	21 0	17,762	53	8 1 15	18,310
	8 13	19 45		10 13	1 15	
	33	13 30		33	2 10	
18,640	53	12 37	17,877	53	1 0	18,315
	9 13	12 15		11 13	7 58 0	
	33	13 30		33	57 10	
18,755	53	11 45	18,055	53	57 0	18,420
	10 13	7 0		12 13	57 0	
	33	5 45				
18,605	53	4 15	18,152			
	11 13	3 30				
	33	1 37				
	53	2 52	18,337			
Mitt.	12 13	5 0				
	33	7 15				
	53	7 22	18,011			

beobachtungen von Petersburg und Nicolajew.

gestellt. Da der Längenunterschied zwischen Petersburg und Nicolajew ungefähr 7' beträgt
w. Von 11^h Abends 19. Dec. bis 4^h Morg. 20. Dec. hatte ich mich in der Zeit geirrt,
en ward, die Beobachtungen von Nicolajew zwischen die Petersburger Beobachtungen von

absoluten Declination, die ich aus Mangel an einem Instrumente noch nicht bestimmen
er Boussole angefangen.

die Nadel nach *West*. Bei den Beobachtungen von Nicolajew dagegen zeigt eine Zunahme

Kupffer.

Taf. No. VIII.

1830. März.	Oscill. pp.	Berlin.		Inneres Therm. R.	Wetter.	Freiberg Unterschied mit Berlin
		Südlicher Nonius. pp.	mm.			
20. März 4 ^h	—	4,2	1,260	+7,0	bedeckt	17,035
5	0,1	4,85	1,455	7,4	-	16,915
6	0,2	4,60	1,380	7,3	-	16,920
7		4,35	1,305	7,3	-	935
8		4,0	1,200	7,1	-	940
9	0,6	4,2	1,260	7,2	-	890
10	0,1	4,75	1,425	7,2	-	925
11	0,4	5,8	1,740	7,5	-	950
Mittag 12	0,4	6,6	1,980	7,7	-	990
1	0,5	6,75	2,025	8,0	Regen	955
2	0,4	7,0	2,100	7,8		965
3	0,5	6,35	1,905	7,8		805
4	0,2	5,7	1,710	7,6		980
5	0,2	5,3	1,590	7,4		960
6	0,1	5,05	1,515	7,4	bedeckt	17,025
7	0,2	4,7	1,410	7,1		020
8	2,8	3,6	1,080			
9	1,0	5,3	1,590			16,910
10	0,6	4,8	1,440	6,0		17,030
11	0,2	4,3	1,290	5,6	-	055
21. März 12	0,3	4,35	1,305	5,5	} hell. Schein mit merkl. Schwingun- gen.	065
1	0,2	4,85	1,455	5,3		035
2	0,9	6,25	1,875	5,1		18,865
3		5,05	1,515	5,0		17,025
4		4,5	1,350	4,9		025
5	0,2	4,95	1,485	4,8	-	16,970
6	0,5	4,75	1,425	4,6	-	17,000
7	0,8	4,5	1,350	4,7	-	16,925
8	2,8	3,5	1,050	5,2	-	17,050
9	1,1	3,65	1,095	5,1	-	17,085
10	0,8	4,5	1,350	5,2	-	16,950
11	0,6	5,4	1,620	5,0	-	17,020
Mittag 12	0,2	6,2	1,860	5,1	-	16,965
1	0,3	6,65	1,995	5,0	-	16,955
2	0,5	6,65	1,995	5,7	-	16,985
3		6,0	1,800	5,9	-	16,950
4		5,7	1,710	5,9	Sonnenblicke heiter	940
5	0,6	5,2	1,560	6,2		945
6	0,3	4,95	1,485	6,1		985
7		5,2	1,560			17,000
8	0,5	4,85	1,455	6,0		16,985
9		5,0	1,500	5,6	-	
10		4,5	1,350	5,6	-	17,040
11	0,4	4,6	1,380	5,4	-	16,950
12	0,5	4,65	1,395	5,3	-	16,985

Beobachter waren, in Berlin: Encke, Dirichlet, Magnus, Dove und Poggenдорff; in Petersburg: Kupffer, Tarkhanof und Fufs; in Nicolajew: Knorre und Jaschkewitz;

Freiberg. Hörschied Berlin.	St. Petersburg.	Nicolaeff.		K a s a n.		
	Declination	Extr. N.	Extr. S.	Declinat. mm.	Therm. R.	Wetter.
035	23' 15"	23,96 ?	21,99 ?	13,320	10,0	durchsichtige
915	24 00	24,27	22,30	13,885	10,0	Wolken
920	23 00	24,32	35	13,405	10,0	"
935	23 30	37	41	13,305	9,5	"
940	22 20	45	49	13,185	8,0	"
890	23 00	48	53	13,190	6,7	"
925	26 15	37	42	13,225	5,7	"
950	30 10	11	15	13,325	5,0	"
990	33 0	23,93	21,96	13,570	4,0	"
955	32 45	81	85	13,745	3,0	"
965	33 15	79	83	13,830	3,2	"
805	30 0	79	82	13,775	4,0	"
980	27 20	24,00	22,03	13,685	5,0	"
960	24 40	7	10	13,595	6 0	"
025	26 80	11	14	13,490	6,2	Schnee
020	24 15	13	15	13,460	7,0	durchsichtige
	25 15	20	23	13,355	7,0	Wolken
910	25 00	18	20	13,205	7,2	"
030	24 00	20	24	13,370	7,5	"
055	23 45	21	25	13,415	7,6	"
065	23 0	26	29	13,395	7,8	bedeckt
035	24 10	29	31	13,315	8,0	"
865	24 0	23	28	13,385	8,0	"
025	28 0	19	23	13,420	8,0	"
025	25 0	8	13	13,455	8,0	"
970	26 0	17	22	13,580	8,0	"
000	24 15	15	20	13,510	8,2	"
925	24 15	29	34	13,350	7,9	"
050	22 15	39	44	13,315	7,2	"
085	23 30	50	54	13,255	6,6	"
950	26 45	32	37	13,305	5,0	"
020	29 15	13	16	13,425	4,9	"
965	31 15	23,92	21,97	13,615	4,2	Schnee
955	34 30	83	88	13,785	3,8	"
985	33 38	75	79	13,835	3,6	"
950	31 45	82	87	13,845	4,0	"
940	31 0	96	22,01	13,765	5,0	"
945	27 0	24,01	7	13,485	5,1	"
985	24 0	7	11	13,665	5,6	"
000	25 30	16	21	13,485	5,8	"
985	25 0	12	18	13,330	5,8	"
	25 45	15	20	13,410	6,0	"
040	23 30	16	21	13,425	6,0	"
950	23 30	23	28	13,380	5,8	bedeckt
985	23 50	24	29	13,375	5,5	"

orff; in Freiberg: Reich, Pilz, Freiesleben, Gätschmann, v. Beust und Lindner;
witz; in Kasan: Simonoff und Schestakoff.

Taf. No. IX.

Freiberg.				Petersburg.	Kasan.	Nicolajew.		Bürg.
Bürgerliche Zeit. 1830.	Oscilla- tion.	Declination.		Declina- tion.		Declination.		
		Nonius.	Bogen.			Nord.	Süd.	
4. Mai	4 ^h 00'	mm. 0,02 ¹⁾	18,38	— 7' 14",8	8 ^h 38' 00"	mm.	mm.	4. M.
	20		18,42	— 6 40,0	37 15	23,67	22,18	
	40	0,03	18,385	— 7 10,5	36 00	66	16	
	5 00	0,01	18,345	— 7 45,3	37 00	69	18	
	20	0,02	18,36	— 7 32,2	38 30	74	22	
	40		18,29	— 8 33,0	38 15	72	20	
	6 00		18,28	— 8 41,7	38 15	78	27	
	20	0,11	18,305	— 8 20,0	37 45	82	30	
	40	0,04	18,21	— 9 42,6	35 15	85	33	
	7 00		18,20	— 9 51,3	33 30	88	36	
	20	0,05	18,175	— 10 13,1	33 45	91	39	
	40		18,15	— 10 34,8	33 30	91	39	
	8 00		18,15	— 10 34,8	33 45	90	37	
	20		18,15	— 10 34,8	33 30	87	36	
	40	0,04	18,20	— 9 51,3	33 30	83	30	
	9 00	0,06	18,13	— 10 52,2	33 30	80	28	
	20	0,02	18,26	— 8 59,1	33 30	74	21	
	40		18,35	— 7 40,9	33 45	67	15	
	10 00		18,40	— 6 57,4	34 00	63	11	
	20		18,50	— 5 30,4	34 50	50	21,98	
	40		18,58	— 4 20,9	37 15	42	90	
	11 00		18,67	— 3 2,6	38 32	39	87	
	20		18,75	— 1 53,1	39 15	29	77	
	40		18,85	— 0 26,1	40 30	18	65	
Mittag	12 00		18,90	+ 0 17,4	43 00	11	58	5. M.
	20	0,02	18,98	+ 1 26,9	43 45	03	50	
	40		19,02	+ 2 1,7	43 50	03	50	
	1 00		19,06	+ 2 36,5	45 15	05	52	
	20	0,02	19,03	+ 2 10,4	46 40	05	52	
	40		19,03	+ 2 10,4	46 45	05	52	
	2 00	0,03	18,995	+ 1 39,9	47 00	07	53	
	20		18,95	+ 1 0,8	46 15	07	53	
	40	0,04	18,96	+ 1 9,5	46 05	12	57	
	3 00		18,90	+ 0 17,4	46 00	13	58	
	20	0,02	18,88	0 0	45 30	15	60	
	40		18,88	0 0	44 35	19	62	
	4 00	0,03	18,875	— 0 4,4	44 00	20	63	
	20		18,86	— 0 17,4	43 15	25	69	
	40		18,86	— 0 17,4	42 45	30	73	

Anmerkung. Die Zeit in Freiberg ist Freiburger, die in Petersburg Petersburger, und G. F. Reich, in Petersburg: Tarkhanoff, Fuß jun. und Kupffer; in Nicolajew: Knorr.

Freiberg. 1) Temperatur der Luft +8°,0 R., Temp. des Gesteins +9°,24 C. — I stand um 4^h Morg. 17,04. — 2) Temp. der Luft +8°,5 C., Temp. des Gesteins +9°,28 C.

Freiberg.				Petersburg.	Kasan.	Nicolajew.		
Bürgerliche Zeit. 1830.	Zeit.	Oscilla- tion.	Declination.		Declina- tion.		Declination.	
			Nonius.	Bogen.			Nord.	Süd.
		mm.				mm.	mm.	mm.
4. Mai	5 ^h 00	0,03	18,795	— 1° 14",0	8° 42' 30"		23,30	21,74
	20	0,02	18,71	— 2 27,9	42 00		31	74
	40	0,02	18,65	— 3 20,0	40 30		36	81
	6 00	0,02	18,58	— 4 20,9	40 30		42	87
	20		18,58	— 4 20,9	40 30		43	89
	40		18,56	— 4 38,3	40 00		46	62
	7 00		18,56	— 4 38,3	39 30		46	92
	20		18,51	— 5 21,8	39 30		47	92
	40		18,52	— 5 13,1	39 15		47	93
	8 00		18,50	— 5 30,4	39 30	13,555	47	93
	20		18,51	— 5 21,8	39 30		47	93
	40		18,35	— 7 40,9	39 00		45	91
	9 00	kleine Pendel- schw.	18,20	— 9 51,3	39 15	13,615	45	91
	20		17,95	— 13 28,7	39 30		45	90
	40		18,00	— 12 45,2	40 00		46	92
	10 00		18,00	— 12 45,2	39 30	13,615	48	93
	20		18,19	— 10 0,0	37 45	625	77	22,22
	40		18,23	— 9 25,2	30 00	615	81	27
	11 00		18,15	— 10 34,8	28 45	645	81	27
	20		17,96	— 13 20,0	31 45	465	80	25
	40		17,85	— 14 55,6	33 00	195	79	25
	12 00		17,87	— 14 38,2	33 00	175	78	24
	20				26 15	295	96	42
	40				26 15	245	24,00	48
5. Mai	1 00	2)	17,63	— 18 6,8	24 15	125	00	48
	20		17,85	— 14 55,6	24 15	155	23,96	46
	40		17,74	— 16 31,2	23 15	12,900	24,03	52
	2 00		17,75	— 16 22,5	21 45	905	10	59
	20	0,02	17,63	— 18 6,8	22 00	925	02	53
	40	0,04	17,98	— 13 2,6	20 15	925	04	56
	3 00	0,02	18,02	— 12 27,8	28 00	765	05	58
	20	0,02	18,14	— 10 43,5	32 45	890	23,84	37
	40	0,05	18,50	— 5 20,4	37 45	890	76	30
	4 00	0,03	18,245	— 9 12,2	35 30	815	60	14
	20	0,14	18,33	— 7 58,3	35 30		73	27
	40	0,32	18,32	— 8 7,0	36 00		59	13
	5 00	0,16	18,32	— 8 7,0	39 45	13,495	57	10
	20	0,18	17,99	— 12 53,9	41 30		55	08
	40	0,07	17,835	— 10 8,6	41 30		60	12

ger, u. s. w. — Die Beobachter waren in Freiberg: v. Warnsdorff, Reich, Lindner Knorre und Jaschkewitz.

— Die Differenz zwischen Südpol und Nordpol = 1^m,34 wie früher, denn dieser 28 C.

Taf. No. X.

Freiberg.

Bürgerliche Zeit. 1830.	Oscilla- tion.	Declination.		Petersburg.	Kasan.	Nicolajew.	
		Nonius.	Bogen.	Declina- tion.		Nord.	Süd.
	mm.				mm.	mm.	mm.
5. Mai 6 ^h 00'		17,90	—14' 12",1	8° 41' 15"	13,425	23,58	22,11
20	0,09	17,985	—12 58,6	40 30		58	11
40	0,04	18,05	—12 1,7	37 15		64	19
7 00		18,08	—11 35,6	34 30		77	31
20		18,10	—11 18,2	33 00		86	41
40		18,09	—11 26,9	29 15		79	32
8 00		18,065	—11 48,7	31 45		82	36
20		18,12	—11 0,9				
40		18,12	—11 0,9	32 15		77	31
9 00	0,05	18,185	—10 4,4	32 15		79	34
20		18,23	—9 25,2	32 00		76	31
40		18,24	—9 16,5	32 50		72	27
10 00		18,265	—8 54,8	34 00		66	20
20		18,32	—8 7,0	35 00		64	18
40		18,42	—6 40,0	36 00		59	12
11 00		18,53	—5 4,4	36 20		45?	21,95
20		18,61	—3 54,8	38 00		42	93
40		18,72	—2 19,2	38 45		28	83
Mittag 12 00		18,74	—2 1,8	40 00		21	78
20		18,86	—0 17,4	40 30		13	62
40		18,96	+ 1 9,5	41 15		10	64
1 00	0,06	19,09	+ 3 2,6	41 45		04	58
20		19,10	+ 3 11,3	43 00		13	65
40		19,08	+ 2 53,9	45 00		11	63
2 00	0,10	19,05	+ 2 27,8	45 15		07	51
20		18,98	+ 1 26,9	46 00		11	59
40	0,10	18,95	+ 1 0,8	46 30		22'97	51
3 00	0,08	18,86	—0 17,4	45 00		23'04	58
20	0,08	18,83	—0 43,5	44 30		05	58
40	0,04	18,79	—1 18,3	45 20		02	56
4 00		18,74	—2 1,8	45 00		09	64
20		18,71	—2 27,9	44 15		12	66
40		18,66	—3 11,3	43 00		19	71
5 00		18,65	—3 20,0	41 30		23	76
20		18,62	—3 46,1	40 45		26	80
40		18,595	—4 7,9	40 30		30	84
6 00	0,03	18,565	—4 34,0	40 00		30	84
20		18,59	—4 12,2	41 45		30	84
40	0,02	18,60	—4 3,5	41 00		30	84

Freiberg. 1) Die Beobachtungen bis 7^h exclusive sind um 0,09 zu hoch; ein

2) Die Declination nahm, nachdem diese letzte Beobachtung gemacht 20,00 + 0° 16' 14,0 29,60—20,40 gefunden wurde, darauf ging sie wieder womit die Beobachtungsreihe geschlossen worden ist.

Petersburg. 1) Die Nadel oscillirt deutlich. — 2) Nordlicht.

ew. on. üd.	Freiberg.					Petersburg.	Kasan.	Nicolajew.	
	Bürgerliche Zeit. 1830.		Oscilla- tion.	Declination.		Declina- tion.		Declination.	
				Nonius.	Bogen.			Nord.	Süd.
mm.			mm.				mm.	mm.	mm.
11	5. Mai	7 ^h 00'	0,02 ¹⁾	18,65	— 3' 20",0	8° 42' 00"	13,555	23,30	21,84
11		20		18,69	— 2 45,2	42 00	585	30	84
19		40	0,02	18,49	— 5 39,1	42 00	585	26	83
31		8 00	0,08	18,22	— 9 33,9	42 15	565	24	75
41		20		18,00	—12 45,2	42 00	605	30	86
32		40	0,04	17,92	—13 54,7	40 15	575	31	86
36		9 00	0,02	18,02	—12 27,8	32 30	645	59	22,15
		20		17,89	—14 20,8	32 30	575	63	14
31		40	0,02	17,96	—13 20,0	32 00	615	80	35
34		10 00		18,07	—11 44,3	26 15	435	77	35
31		20				22 30	195	24,00	52
27		40				23 00	275	06	61
20		11 00	0,46	18,08	—11 35,6	24 45	12,825	23,96	51
18		20	0,30	17,75	—16 22,5	17 15	805	24,03	60
12		40	0,24	17,74	—16 31,2	9 00	545	16	72
95	Mittag	12 00	0,30 ²⁾	17,42	—21 9,3	4 45 ¹⁾	475	23	76
93		8				6 00			
83		20				20 30	525		
78		22				15 00 ²⁾			
62		27				18 15			
64		38				12 30			
58		40				7 00			
65		45				10 30			
63	6. Mai	1 00				Große Un- ruhe, das Nordl. ist d. Unterg.nahe Unruhe. Mitt. d. Osc. ungef. 17'00"			
51		5				30' 00"			
59						16 15			
51		20							
58									
58		40							
56		2 00							
64									
66									
71									
76	Mittag	12				15 30			
80									
84									
84									
84									
84									

; ein Fehler, welcher wahrscheinlich um 12^h beginnt.

emacht worden war, bei starken Oscillationen so sehr zu, daß am 6. Mai 0^h 15' Morg.
wieder zurück, und stand schon wieder 0^h 17' Morg. 19,72 + 0° 12' 0,5 19,36—20,08.

Berlin*).

Frei

Bürgerl. Zeit. 1830.		Declination.			Therm.	Wetter.	Beobachter	Decl.	
		Oscillat.		Süd- Nonius.				Oscillat.	Nonius.
		pp.	pp.	mm.				mm.	mm.
20. Juni	4 ^h		5,1	19,445	54,5	Regen	Encke.		18,54
	5		5,0	19,475	54,0	-		0,04 ¹⁾	18,42
	6	0,1	4,95	19,490	53,5	-		0,04	18,38
	7	0,05	4,975	19,482	53,0	bedeckt		0,03	18,46
	8	0,4	5,4	19,355	52,8	-			18,54
	9	0,1	5,05	19,460	52,9	-		0,06	18,45
	10	0,2	5,5	19,325	53,5	-			18,54
	11	0,5	6,75	18,950	54,0	-		0,04	18,83
	Mittag 12	0,5	6,85	18,920	54,75	-			18,92
	1	0,5	6,75	18,950	54,8	-	Magnus.		18,84
	2	1,2	6,90	18,905	55,5	-			18,89
	3	0,6	6,70	18,965	55,8	Sonnenschein			18,86
	4	0,5	6,05	19,160	57,2	-			18,71
	5	0,4	5,90	19,205	57,1	-			18,69
	6	0,3	5,55	19,310	56,8	WVind			18,59
	7	0,4	5,4	19,355	56,1	-			18,60
	8	0,3	5,25	19,400	54,1	heiter	Dirichlet.		18,50
	9	0,2	5,2	19,415	54,0	-			18,50
	10	0,4	5,4	19,355	59,9	-		0,14	18,47
	11	0,1	5,25	19,400	57,0	-			18,45
	12		5,5	19,325	56,8	-			18,48
21. Juni	1	0,2	5,2	19,415	56,0	-	Dove.	0,05	18,475
	2		5,2	19,415	55,6	-		0,04	18,50
	3	0,1	5,0	19,475	55,0	-		0,05	18,425
	4	0,1	5,05	19,460	54,7	-		0,04	18,47
	5		5,0	19,475	53,6	-			18,36
	6	0,2	4,5	19,625	53,7	-			18,25
	7	0,7	4,45	19,640	53,4	bedeckt	Encke.	0,09	18,195
	8	0,4	3,7	19,865	53,9	-		0,30 ²⁾	18,05
	9	0,3	4,15	19,730	53,9	-		0,22	18,06
	10		5,3	19,385	54,0	-		0,12	18,44
	11	0,9	6,45	19,040	55,0	-			18,66
	Mittag 12	0,7	7,05	18,860	57,31	-			18,85
	1	0,8	7,2	18,815	56,0	Regen	Magnus.		18,92
	2	0,9	7,15	18,83	56,5	trübe			18,92
	3	0,6	7,1	18,845	56,75	Regen			18,89
	4	0,8	6,7	18,965	57,25	trübe			18,78
	5	1,0	6,0	19,175	58,0	bedeckt			18,61
	6	0,3	5,55	19,31	59,0	-			18,51
	7	0,4	5,4	19,355	57,25	-	Dirichlet.	²⁾	18,54
	8	0,3	5,2	19,415	57,0	stark. Gew.			18,54
	9	0,2	5,1	19,445	56,2	heiter			18,55
	10	0,4	5,4	19,355	58,0	-			18,53
	11	0,05	5,325	19,377	58,2	-	Dove.		18,53
	12	0,1	5,4	19,355	57,7	-		²⁾	18,57

reiberg.

Declination.

Nonius.
Bogen.

mm.

8,54 — 4' 55",7
8,42 — 6 40,0
8,38 — 7 14,8
8,46 — 6 5,2
8,54 — 4 55,7
8,45 — 6 13,9
8,54 — 4 55,7
8,83 — 0 43,5
8,92 + 0 34,7
8,84 — 0 34,8
8,89 + 0 8,7
8,86 — 0 17,4
8,71 — 2 27,9
8,69 — 2 45,2
8,59 — 4 12,2
8,60 — 4 3,5
8,50 — 5 30,4
8,50 — 5 30,4
8,47 — 5 56,5
8,45 — 6 13,9
8,48 — 5 47,8
8,475 — 5 52,2
8,50 — 5 30,4
8,425 — 6 35,7
8,47 — 5 56,5
8,36 — 7 32,2
8,25 — 9 7,8
8,195 — 9 55,7
8,05 — 12 1,7
8,06 — 11 53,0
8,44 — 6 22,6
8,66 — 3 11,3
8,85 — 0 26,1
8,92 + 0 34,7
8,92 + 0 34,7
8,89 + 0 8,7
8,78 — 1 27,0
8,61 — 3 54,8
8,51 — 5 21,8
8,54 — 4 55,7
8,54 — 4 55,7
8,55 — 4 47,0
8,53 — 5 4,4
8,53 — 5 4,4
8,57 — 4 29,6

Beobachter

Reich.

Nicolai.

Lindner.

v. Beust.

Nicolai.

Freiesleben.

Pilz.

Reich.

Petersburg.

Bürgerl. Zeit.
1830.

Declina-
tion.

20. Juni 4^h 8° 23' 00"
5 23 45
6 23 30
7 23 15
8 24 45
9 26 45
10 26 00
11 28 45
Mittag 12 33 00
1 34 00
2 34 00
3 33 15
4 29 45
5 28 45
6 28 45
7 27 00
8 27 00
9 27 00
10 27 15
11 26 30
12 28 00
21. Juni 1 26 30
2 26 30
3 26 30
4 24 00
5 24 00
6 25 30
7 24 15
8 23 15
9 23 00
10 23 50
11 27 00
Mittag 12 29 45
1 30 30
2 31 00
3 31 20
4 31 20
5 31 30
6 29 15
7 28 30
8 29 00
9 29 30
10 30 30
11 27 30
12 27 00
22. Juni 1 27 00

Beobachter

Lenz.

Lenz.

Tarkhanoff.

Tarkhanoff.

Kupffer.

Kupffer.

Lenz.

Tarkhanoff.

Lenz.

Nicolajew.

Declination.

Nord.

Süd.

mm.

23,05 21,65
175 775
55 22,15
55 15
58 17
55 14
415 02
23 21,83
10 69
02 62
075 67
15 69
34 90
43 96
46 22,00
47 04
41 21,96
46 93
24 74
26 81
30 85
32 87
29 83
28 885
17 77
23 825
32 915
345 94
405 995
36 95
20 81
22,905 51
74 34
695 305
63 20
70 30
79 39
91 50
23,07 64
08 67
02 62
05 65
05 65
05 65
23,05 21,65

Beobachter

Knorre.

Knorre.

Jaschkewitz.

Jaschkewitz.

Knorre.

Knorre.

Jaschkewitz.

Jaschkewitz.

Jaschkewitz.

		Osc		St Non	Nör Non	The	NVe	Beo	Osc	Non
		pp.	pp.	mm.					mm.	mm.
20. Juni	4 ^h		5,1	19,445		54,5	Regen			18,54
	5		5,0	19,475	17,95	54,0	-		0,04 ¹⁾	18,42
	6	0,1	4,95	19,490	17,93	53,5	-		0,04	18,38
	7	0,05	4,975	19,482	17,92	53,0	bedeckt	Encke.	0,03	18,46
	8	0,4	5,4	19,355	17,805	52,8	-			18,54
	9	0,1	5,05	19,460	17,905	52,9	-		0,06	18,45
	10	0,2	5,5	19,325	17,75	53,5	-			18,54
	11	0,5	6,75	18,950	17,41	54,0	-		0,04	18,83
Mittag	12	0,5	6,85	18,920	17,37	54,75	-	Magnus.		18,92
	1	0,5	6,75	18,950	17,45	54,8	-			18,84
	2	1,2	6,90	18,905	17,38	55,5	-			18,89
	3	0,6	6,70	18,965	17,42	55,8	Sonnenschein			18,86
	4	0,5	6,05	19,160	17,61	57,2	-			18,71
	5	0,4	5,90	19,205	17,55	57,1	-			18,69
	6	0,3	5,55	19,310	17,69	56,8	VWind	Dirichlet.		18,59
	7	0,4	5,4	19,355		56,1	-			18,60
	8	0,3	5,25	19,400		54,1	heiter			18,50
	9	0,2	5,2	19,415	17,79	54,0	-			18,50
	10	0,4	5,4	19,355	17,78	59,9	-		0,14	18,47
	11	0,1	5,25	19,400	17,85	57,0	-			18,45
	12		5,5	19,325	17,78	56,8	-			18,48
21. Juni	1	0,2	5,2	19,415	17,83	56,0	-	Dove.	0,05	18,475
	2		5,2	19,415	17,83	55,6	-		0,04	18,50
	3	0,1	5,0	19,475	17,93	55,0	-		0,05	18,425
	4	0,1	5,05	19,460	17,89	54,7	-		0,04	18,47
	5		5,0	19,475	17,92	53,6	-			18,36
	6	0,2	4,5	19,625	18,07	53,7	-			18,25
	7	0,7	4,45	19,640	18,08	53,4	bedeckt	Encke.	0,09	18,195
	8	0,4	3,7	19,865	18,32	53,9	-		0,30 [*])	18,05
	9	0,3	4,15	19,730	18,185	53,9	-		0,22	18,06
	10		5,3	19,385	17,800	54,0	-		0,12	18,44
	11	0,9	6,45	19,040	17,56	55,0	-			18,66
Mittag	12	0,7	7,05	18,860	17,31		-			18,85
	1	0,8	7,2	18,815	17,30	56,0	Regen			18,92
	2	0,9	7,15	18,83	17,35	56,5	trübe	Magnus.		18,92
	3	0,6	7,1	18,845	17,38	56,75	Regen			18,89
	4	0,8	6,7	18,965	17,44	57,25	trübe			18,78
	5	1,0	6,0	19,175	17,67	58,0	bedeckt			18,61
	6	0,3	5,55	19,31	17,76	59,0	-			18,51
	7	0,4	5,4	19,355		57,25	-	Dirichlet.	2)	18,54
	8	0,3	5,2	19,415		57,0	stark Gev.			18,54
	9	0,2	5,1	19,445	17,80	56,2	heiter			18,55
	10	0,4	5,4	19,355	17,80	58,0	-			18,53
	11	0,05	5,325	19,377	17,80	58,2	-	Dove.		18,53
	12	0,1	5,4	19,355	17,80	57,7	-		3)	18,57

*) Das Instrument ist von nun an so getheilt, daß eine Zunahme der Zahlen an das Umgekehrte statt.

Die Beobachtungen mit dem Zeichen : sind unsicher, weil die Nadel unruhig war Freiberg. 1) Temperatur der Luft $+8^{\circ},1$ R., Temp. des Gesteins $+9^{\circ},25$ C.

3) Temp. der Luft $+8^{\circ},5$ R., des Gesteins $+9^{\circ},34$ C. — Das Thermometer, welches beide Thermometer sind noch nicht genau verglichen. — *) Diese starke Schwingung

Petersburg. *) Oscillationen. — **) Oscillationen ohne sichtbare Ursache.

	Bog.	Beob.		Decl.	Beob.	Nord	Süd.	Beob.
m.				tic		mm.	mm.	
54	— 4' 55",7	Reich.	20. Juni 4 ^h	8° 23' 00"		23,05	21,65	
42	— 6 40,0		5	23 45		175	775	
38	— 7 14,8		6	23 30		55	22,15	
46	— 6 5,2		7	23 15		55	15	
54	— 4 55,7		8	24 45		58	17	
45	— 6 13,9	Nicolai.	9	26 45	Lenz.	55	14	
54	— 4 55,7		10	26 00 "		415	02	Knorre.
83	— 0 43,5		11	28 45		23	21,83	
92	+ 0 34,7		Mittag 12	33 00		10	69	
84	— 0 34,8		1	34 00		02	62	
89	+ 0 8,7		2	34 00		075	67	
86	— 0 17,4	Lindner.	3	33 15	Tarkhanoff.	15	69	
71	— 2 27,9		4	29 45		34	90	
69	— 2 45,2		5	28 45		43	96	
59	— 4 12,2		6	28 45		46	22,00	
60	— 4 3,5		7	27 00		47	04	
50	— 5 30,4		8	27 00		41	21,96	
50	— 5 30,4		9	27 00		46	93	
47	— 5 56,5	v. Beust.	10	27 15		24	74	
45	— 6 13,9		11	26 30 "		26	81	
48	— 5 47,8		12	28 00		30	85	
475	— 5 52,2		21. Juni 1	26 30	Kupffer.	32	87	
50	— 5 30,4	Nicolai.	2	26 30		29	83	
425	— 6 35,7		3	26 30		28	885	
47	— 5 56,5		4	24 00		17	77	
36	— 7 32,2		5	24 00		23	825	
25	— 9 7,8	Freiesleben.	6	25 30		32	915	
195	— 9 55,7		7	24 15	Lenz.	345	94	
05	— 12 1,7		8	23 15		405	995	
06	— 11 53,0		9	23 00		36	95	Knorre.
44	— 6 22,6		10	23 50		20	81	
66	— 3 11,3		11	27 00		22,905	51	
85	— 0 26,1		Mittag 12	29 45	Tarkhanoff.	74	34	
92	+ 0 34,7		1	30 30		695	305	
92	+ 0 34,7		2	31 00		63	20	
89	+ 0 8,7	Pitz.	3	31 20		70	30	
78	— 1 27,0		4	31 20	Tarkhanoff.	79	39	
61	— 3 54,8		5	31 30		91	50	
51	— 5 21,8		6	29 15		23,07	64	
54	— 4 55,7		7	28 30	Lenz.	08	67	
54	— 4 55,7		8	29 00		02	62	
55	— 4 47,0	Reich.	9	29 30		05	65	Jaschkewitz.
53	— 5 4,4		10	30 30		05	65	
53	— 5 4,4		11	27 30		05	65	
57	— 4 29,6		12	27 00		23,05	21,65	
			22. Juni 1	27 00				
			8	21 30	Kupffer.			
			22. Juni 2	36 45				
			Ab. 8	21 00				
			23. Juni 2	39 15				
			2	39 30				
			2	39 00				

alen am Nonius eine Abnahme der westlichen Declination bedeutet. Früher fand

g war.
 25 C. (7° 40 R.). — 2) Temp. der Luft +8° 6 R., des Gesteins +9° 32 C. —
 welches die Gesteinstemperatur anzeigt, ist 40 Zoll tief in ein Bohrloch gesteckt;
 ngung ist durch Näherung eines Bergmanns verursacht.

Taf. No. XII.

Bürgerl. Zeit. 1830.		Berlin.				Therm.	Wetter.	Beobachter	Fr	
		Oscillat.	Declination.		Oscillat.				Nonius	
			Süd- Nonius.	Nördl. Nonius.						
6. Aug.	4 ^h	pp. 0,2	pp. 4,50	mm. 19,530	mm. 17,903	74,4	heiter	Encke.	mm. 0,04 ¹⁾	18,49
	5	0,1	4,20	19,620	17,990	74,0	-		18,32	
	6	0,1	3,95	19,695	18,105	72,8	-		0,05	18,28
	7	0,1	3,65	19,785	18,180	72,7	-		0,03	18,21
	8	0,05	3,975	19,687	18,075	72,7	-		0,02	18,31
	9		4,80	19,440	17,830	72,9	bedeckt		0,02	18,50
	10		5,30	19,290	17,640	73,2	-		0,01	18,74
	11	0,1	6,00	19,080	17,420	73,2	-		0,04	18,94
	Mittag 12		6,50	18,930	17,300	73,1	Regen		0,04	19,08
	1		6,70	18,870	17,260	73,0	-			19,12
	2	0,1	6,50	18,930	17,290	73,1	bedeckt			19,11
	3		6,20	19,020	17,410	73,0	-	Poggendorff.		18,96
4		5,50	19,230	17,570	72,8	-			18,84	
5	0,1	5,05	19,365	17,720	72,5	-			18,68	
6	1,0	4,70	19,470	17,830	72,5	-			18,55	
7	0,4	4,80	19,440	17,840	72,5	-			18,56	
8	0,4	4,70	19,470	17,840	72,0	-			18,60	
9		4,35	19,575	17,930	72,0	halb bed.			18,47	
10	0,4	4,60	19,500	17,880	71,3	-			18,50	
11	0,4	4,60	19,500	17,880	70,6	bedeckt			18,48	
12	0,15	4,275	19,597	18,010	69,9	windig	Dove.	0,02 ²⁾	18,36	
7. Aug.	1	0,1	4,40	19,560	17,890	69,2		bedeckt		18,44
2	0,1	4,35	19,575	17,890	68,6	-			18,45	
3	0,2	5,20	19,320	17,660	67,8	-			18,67	
4	0,1	4,05	19,665	18,030	67,0	-			18,39	
5		3,80	19,740	18,110	66,2	-			18,24	
6	0,5	3,65	19,785	18,120	65,3	-			18,28	
7	0,4	4,10	19,650	18,000	64,5	-			18,31	
8	0,1	4,05	19,665	18,065	64,0	-	Encke.		18,32	
9		4,75	19,455	17,860	63,4	-		0,02	18,47	
10		5,00	19,380	17,730	63,2	-			18,64	
11		5,75	19,155	17,520	63,0	-			19,86	
Mittag 12	0,2	5,70	19,170	17,520	63,5	-	Poggendorff.	0,06	19,14	
1		7,50	18,630	16,980	63,0	-			19,41	
2	0,2	7,10	18,750	17,130	63,5	-			19,31	
3	0,7	6,25	19,005	17,370	63,5	-			19,06	
4	0,1	5,45	19,245	17,670	63,4	-	Poggendorff.	0,02	18,79	
5	0,2	4,70	19,470	17,840	63,4	-			18,59	
6	0,1	4,55	19,215	17,880	63,3	-			18,51	
7	0,05	4,675	19,477	17,880	63,2	-			18,53	
8		5,00	19,380	17,810	63,1	Platzreg.	Dove.		18,58	
9	0,3	4,85	19,425	17,820	63,0	Regen			18,55	
10	0,2	4,9	19,410	17,820	62,8	hellts. auf		0,02	18,54	
11		4,9	19,410	17,820	62,0	hell		0,02	18,56	
12		5,0	19,380	17,790	61,7	-		0,02 ⁴⁾	18,60	

Freiberg. 1) Temperatur der Luft +8,0 R., des Gesteins +9,25 C. — 2) T
Gesteins +9,32. — 4) Temp. 3er Luft +8,5, des Gesteins +9,326.

Freiberg.			Petersburg.			Nicolajew.		
Declination.		Beobachter	Bürgerl. Zeit. 1830.	Declina- tion.	Beobachter	Declination.		Beobachter
Nonius	Bogen- theile.					Nord.	Süd.	
18,49	— 5' 39",1	Reich. Gaetzsch- mann.	6. Aug. 4 ^h	6° 29' 30"	Kupffer.	mm. 22,61	mm. 21,42	Knorre.
18,32	— 8 7,0		5	30 15		66	46	
18,285	— 8 37,4		6	26 45		74	54	
18,215	— 9 38,3		7	25 30		785	595	
18,31	— 8 15,7		8	25 45		78	59	
18,50	— 5 30,4		9	27 45		61	42	
18,745	— 1 57,5		10	31 30		46	27	
18,94	+ 0 52,1		11	34 30		27	08	
19,08	+ 2 53,9		Mittag 12	40 15		02	20,83	
19,12	+ 3 28,7		1	41 15		21,93	735	
19,11	+ 3 20,0		2	41 30		86	655	
18,96	+ 1 9,5		3	40 00		98	78	
18,84	— 0 34,8	Lindner.	4	37 30	Lenz.	22,21	21,01	Jaschkewitz.
18,68	— 2 53,9		5	33 45		39	18	
18,55	— 4 47,0		6	32 15		47	27	
18,56	— 4 38,3		7	31 30		48	28	
18,60	— 4 3,5		8	31 30		48	28	
18,47	— 5 56,5		9	31 30		50	30	
18,50	— 5 30,4		10	31 30		52	32	
18,48	— 5 47,8		11	27 15		65	45	
18,36	— 7 32,2		12	29 00		63	43	
18,44	— 6 22,6		7. Aug. 1	27 15	Kupffer.	66	45	
18,45	— 6 13,9	Reich.	2	27 00		66	46	
18,67	— 3 2,6		3	27 15		63	44	
18,39	— 7 6,1		4	29 45		58	39	
18,24	— 9 16,5		5	27 45		605	415	
18,28	— 8 41,7		6	27 00		69	50	
18,31	— 8 15,7		7	25 00	Lenz.	75	575	Knorre.
18,32	— 8 7,0		8	26 15		75	57	
18,47	— 5 56,5		9	27 30		655	47	
18,64	— 3 28,7		10	30 00		46	27	
19,86	— 0 17,4		11	33 15		275	09	
19,14	+ 3 46,0		Mittag 12	39 00		10	20,91	
19,41	+ 7 40,8	Nicolai.	1	41 30	Kupffer.	21,94	75	
19,31	+ 6 14,0		2	42 45		88	68	
19,06	+ 2 36,5		3	38 45		22,02	82	
18,79	— 1 18,3		4	35 15		24	21,05	
18,59	— 4 12,2		5	32 45		40	21	
18,51	— 5 21,8		6	31 30		50	31	
18,53	— 5 4,4		7	31 30	Lenz.	48	28	Jaschkewitz.
18,58	— 4 20,9		8	31 00		47	27	
18,55	— 4 47,0		9	31 15		48	28	
18,54	— 4 55,7		10	32 15		50	30	
18,56	— 4 38,3	Reich.	11	31 50		52	33	
18,60	— 4 3,5		12	31 45		22,52	21,33	
			8. Aug. 1	35 00	Kupffer.			
			8. - M. 8	21 45				
			9. Aug. 1	39 45				

2) Temp. der Luft +8°,4, des Gesteins +9°,29. — 3) Temp. der Luft +8°,6, des

Bürgerliche Zeit. 1830.	Declina- tion.	Aeußeres Therm. R.	Beob- achter.	Wetter.	Bürgerliche Zeit. 1830.	Declina- tion.	Aeuß- Therm.
	mm.					mm.	
4. Mai 4h 00'	13,350	+0°	Simonoff.	bedeckt	21. Juni. 4h 00'	13,230	+1°
20	13,285	0		einige VVol-	20	13,190	1
40	13,275	0		ken	40	13,225	1
5 00	13,275	0,5		helltsich auf	5 00	13,225	1
20	13,265	0,5		-	20	13,150	1
40	13,235	0,7		-	40	13,195	1
6 00	13,205	1,0		-	6 00	13,135	1
20	13,175	1,0		fast hell	20	13,110	1
40	13,145	1,3		-	40	13,090	1
7 00	13,125	1,4		wenig VVol-	7 00	13,125	1
20	13,135	1,8		ken	20	13,180	1
40	13,145	2,0		heiter	40	13,180	1
8 00	13,115	2,0	Sches- takoff.	-	8 00	13,180	1
20	13,115	2,5		-	20	13,180	1
40	13,105	2,8		wenig VVol-	40	13,180	1
9 00	13,105	2,8		ken	9 00	13,190	1
20	13,105	3,3		-	20	13,190	1
40	13,145	3,8		-	40	13,205	1
10 00	13,185	4,0		-	10 00	13,240	1
20	13,275	4,6		-	20	13,400	1
40	13,355	4,9		-	40	13,485	1
11 00	13,385	5,8		-	11 00	13,525	1
20	13,585	6,0		viele VVolk.	20	13,605	1
40	13,675	6,0		-	40	13,635	1
Mittag 12 00	13,730	6,0	Simonoff.	-	Mittag 12 00	13,655	2
20	13,795	6,5		-	20	13,685	2
40	13,890	6,7		-	40	13,695	2
1 00	13,945	6,6		bedeckt	1 00	13,765	2
20	14,005	6,0		-	20	13,815	2
40	13,965	6,0		helltsich auf	40	13,815	1
2 00	13,945	6,5		-	2 00	13,815	1
20	13,905	6,6		-	20	13,815	2
40	13,945	6,6		-	40	13,795	2
3 00	13,905	6,8	Sches- takoff.	-	3 00	13,800	2
20	13,935	7,0		-	20	13,757	2
40	13,885	6,7		-	40	13,705	2
4 00	13,875	6,2		-	4 00	13,635	1
20	13,835	6,0		-	20	13,610	1
40	13,785	6,1		-	40	13,500	1
5 00	13,745	5,8		-	5 00	13,470	1
20	13,735	5,4		-	20	13,470	1
40	13,685	6,0		-	40	13,330	1
6 00	13,685	5,7		-	6 00	13,300	1
20	13,665	5,6	Simonoff.	-	20	13,325	1
40	13,625	5,5		bedeckt	40	13,335	1
7 00	13,615	5,1		-	7 00	13,320	1
20	13,555	4,7		-	20	13,325	1
40	13,555	4,5		-	40	13,320	1

*) Die Kasaner Beobachtungen vom Mai, Juni und August 1830 sind erst nach dem mit den übrigen Orten abgedruckt werden. D.

n von Kasan*).

Aeußeres Therm. R.	Beob- achter.	Wetter.	Bürgerliche Zeit. 1830.	Declina- tion.	Aeußeres Therm. R.	Beob- achter.	Wetter.
+10°,0		hsiter	6. Aug. 4 ^h 00'	mm. 13,240	+10°,8		leichte VVolken
10,0		-	20	13,240	11,0		-
11,0		-	40	13,200	11,0		-
12,0		-	5 00	13,185	11,2		-
13,0		-	20	13,185	11,5		-
14,0		-	40	13,155	11,8		-
14,3		-	6 00	13,110	12,6		-
15,0		-	20	13,100	12,6		-
		-	40	13,025	13,7		-
15,8	Simonoff.	-	7 00	13,040	13,4		-
16,0		-	20	12,950	13,2		-
16,5		-	40	12,990	13,6		-
16,8		-	8 00	12,920	14,7		-
		-	20	12,915	15,0		-
17,5		-	40	12,915	15,8		-
17,9		-	9 00	12,990	17,0		-
17,9		-	20	13,040	17,3		-
18,1	Schesta- koff.	-	40	13,107	17,3		-
18,4		-	10 00	13,190	17,4		-
18,7		-	20	13,265	18,0		-
19,0		-	40	13,325	17,9		-
19,0		-	11 00	13,400	17,6		-
19,5		-	20	13,490	17,4		-
19,8		-	40	13,590	18,0		-
20,0	Simonoff.	-	Mittag 12 00	12,660	17,2		-
20,0		-	20	13,650	18,0		-
20,0		-	40	13,720	18,8		-
20,0		-	1 00	13,770	18,0		einige VVolken
20,0		-	20	13,805	19,0		-
19,9		-	40	13,850	19,5		-
19,9		-	2 00	13,850	18,9		-
20,3		-	20	13,840	18,9		-
20,1		-	40	13,850	18,9		-
20,1	Schestakoff.	-	3 00	13,805	18,5		-
20,0		-	20	13,775	19,3		-
20,0		-	40	13,720	18,5		-
19,9		-	4 00	13,665	18,0		-
19,7		-	20	13,600	17,7		-
19,1		-	40	13,525	17,0		-
19,1		-	5 00	13,485	16,4		-
18,7		-	20	13,455	16,2		-
19,0		-	40	13,442	16,0		-
19,0	Simonoff.	-	6 00	13,402	16,3		-
18,8		-	20	13,402	15,6		-
18,5		-	40	13,402	15,0		-
18,4		-	7 00	13,402	14,6		-
17,8		-	20	13,415	14,0		-
17,3		-	40	13,435	13,5		-

dem Abdrucke der Tafel XII. in Berlin angekommen, sie konnten daher nicht parallel

Bürgerliche Zeit. 1830.		Declina- tion.	Aeusseres Therm. R.	Beob- achter.	Wetter.	Bürgerliche Zeit. 1830.	Declina- tion.		
		mm.							
4. Mai	8 ^h 00'	13,555	+4,2	Simonoff.	bedeckt	21. Juni	8 ^h 00'	13,320	
	20	13,535	3,5		-		20	13,315	
	40	13,575	3,5		halb bed.		40	13,315	
	9 00	13,615	3,7		Regen		9 00	13,315	
	20	13,615	3,0		bedeckt		20	13,315	
	40	13,615	3,5		halb bed.		40	13,280	
	10 00	13,615	3,0	Sche- stakoff.	-		10 00	13,345	
	20	13,625	3,0		-			20	13,375
	40	13,615	3,0		-			40	13,375
	11 00	13,645	2,9		halb bed.			11 00	13,375
	20	13,465	3,1		-			20	13,375
	40	13,195	3,3		bedeckt			40	13,345
5. Mai Mittern.	12 00	13,175	3,0	Simonoff.	-	22. Juni Mittern.	12 00	13,345	
	20	13,295	2,0		halb bed.		20	13,345	
	40	13,245	2,0		bedeckt		40	13,345	
	1 00	13,125	2,0		halb bed.		1 00	13,345	
	20	13,155	2,3		bedeckt		20	13,265	
	40	12,900	2,3		Regen		40	13,265	
	2 00	12,905	2,3		bedeckt		2 00	13,265	
	20	12,925	2,0		-		20	13,265	
	40	12,925	1,5		-		40	13,275	
	3 00	12,765	1,2		-		3 00	13,285	
	20	12,890	1,2		Schnee		20	13,185	
	40	12,890	1,0		bedeckt		40		
	4 00	12,815	1,2		-		4 00	13,170	
	20	13,255	1,2		-		20	13,165	
	40	13,495	1,0		-		40	13,110	
	5 00	13,495	1,0		-		5 00	13,055	
	20	13,255	1,0		halb bed.		20	13,045	
	40	13,525	1,0		-		40	13,005	
	6 00	13,425	1,3		fast hell		6 00	12,975	
	20	13,445	1,5		-		20	12,975	
	40	13,525	1,6		-		40	12,880	
	7 00	13,300	1,3		-		7 00	12,935	
	20	13,465	1,4		einige VVol- ken		20	12,970	
	40	13,555	2,1		-		40	13,005	
	8 00	13,340	2,8		Schnee		8 00	13,070	
	20	13,105	3,1		-		20	13,050	
	40	13,135	2,4		-		40	13,060	
	9 00	13,065	0,3		-		9 00	13,120	
	20	13,125	1,4		halb bed.		20	13,115	
	40	13,095	1,1	Sche- stakoff.	-		40	13,220	
	10 00	13,095	2,1		Schnee		10 00	13,260	
	20	13,175	3,6		-		20	13,275	
	40	13,205	2,8		halb bed.		40	13,345	
	11 00	13,285	1,2		Schn. VVnd.		11 00	13,490	
	20	13,315	0,9		halb bed.		20	13,630	
	40	13,375	1,2	Simon.	-		40	13,695	

ngen von Kasan.

ina- n.	Aeußeres Therm. R.	Beob- achter.	Wetter.	Bürgerliche Zeit. 1830.	Declina- tion.	Aeußeres Therm. R.	Beob- achter.	Wetter.
n.					mm			
20	+17° 0	Schestakoff.	heiter	6. Aug. 8h 00'	13,402	+13° 0	Simonoff.	Wolken
15	16,8		-	20	13,380	12,0		-
15	16,4		-	40	13,395	12,0		-
15	16,3		-	9 00	13,380	12,0		-
15	16,0		-	20	13,380	12,0		-
80	16,0		-	40	13,380	12,3		-
45	15,4		-	10 00	13,380	12,1		-
75	15,0		-	20	13,380	11,9		-
75	15,0		-	40	13,340	11,9		-
75	14,9		-	11 00	13,340	11,6		-
75	14,6	Simonoff.	-	20	13,285	11,0	Schestakoff.	-
45	14,6		-	40	13,280	10,4		-
45	14,3		-	7. Aug. 12 00	13,250	10,0		-
45	14,0		-	Mittern. 20	13,140	10,3		-
45	13,5		-	40	13,140	10,6		-
45	13,0		-	1 00	13,085	11,0		-
65	13,0		-	20	13,180	11,0		-
65	13,0		-	40	13,210	11,0		-
65	12,2		-	2 00	13,170	11,0		-
65	12,3		-	20	13,120	10,9		-
75		Schestakoff.	-	40	13,120	10,9	Simonoff.	-
85	12,8		-	3 00	13,120	10,9		-
85	12,8		-	20	13,135	10,9		-
			-	40	13,155	10,7		-
70	14,0		-	4 00	13,150	10,5		-
65	14,7		-	20	13,120	10,0		-
110	14,9		-	40	13,125	9,6		-
55	15,0		-	5 00	13,090	10,0		-
45	15,0		-	20	13,165	11,5		-
005	16,0		-	40	13,245	11,6		-
75	16,0	Schestakoff.	-	6 00	13,185	12,0	Simonoff.	-
75	17,0		-	20	13,105	12,8		-
80	17,4		-	40	13,095	12,6		-
35	17,5		-	7 00	13,105	13,5		-
70	17,9		-	20	13,075	14,4		-
005	17,8		-	40	13,060	14,4		-
70	18,1		-	8 00	13,035	14,5		-
50	18,6		-	20	13,055	16,0		-
60	18,9		-	40	13,075	17,5		-
20	19,0		-	9 00	13,115	17,8		-
15	19,6	Schestakoff.	-	20	13,125	17,7	Simonoff.	-
220	19,6		-	40	13,205	18,6		-
260	19,7		-	10 00	13,215	18,0		-
275	20,1		-	20	13,285	16,7		-
345	20,4		-	40	13,260	17,1		-
490	20,4		-	11 00	13,395	17,2		-
530	20,6		-	20	13,520	16,0		-
595	20,8		-	40	13,600	15,6		-

Bürgerliche Zeit. 1830.	Declina- tion.	Aenßeres Therm. B.	Beob- achter.	Wetter.	Bürgerliche Zeit. 1830.	Declina- tion.	A
	mm.					mm.	Th
5. Mai 12 ^h 00'	13,495	+1° 5	Simonoff.	halb bed.	4. Juni 12 ^h 00'	13,745	
Mittag 20	13,575	1,5		-	Mittag 20	13,790	
40	13,675	1,7		-	40	13,815	
1 00	13,795	2,0		-	1 00	13,860	
20	13,835	2,0		Schnee	20	13,830	
40	13,815	2,2		wird hell	40	13,785	
2 00	13,845	2,0		einige Vol-	2 00	13,775	
20	13,875	2,0		ken	20	13,775	
40	13,765	1,5		Schnee	40	13,705	
3 00	13,845	2,0		wird hell	3 00	13,685	
20	13,935	3,0	Schestakoff.	-	20	13,675	
40	13,905	3,0		-	40	13,625	
4 00	13,935	2,9		-	4 00	13,585	
20	13,805	2,7		-	20	13,545	
40	13,845	2,5		-	40	13,515	
5 00	13,805	2,5		Schnee	5 00	13,515	
20	13,705	1,7		halb bed.	20	13,485	
40	13,615	1,8		-	40	13,495	
6 00	13,575	2,4		-	6 00	13,425	
20	13,545	1,9		-	20	13,405	
40	13,555	2,0	Simonoff.	-	40	13,360	
7 00	13,555	1,8		-	7 00	13,350	
20	13,585	1,7		-	20	13,350	
40	13,585	1,4		bedeckt	40	13,265	
8 00	13,565	1,3		-	8 00	13,330	
20	13,605	1,2		-	20	13,335	
40	13,575	1,0		-	40	13,355	
9 00	13,645	1,0		-	9 00	13,365	
20	13,575	1,0		-	20	13,365	
40	13,615	1,2		-	40	13,415	
10 00	13,435	1,0		-	10 00	13,365	
20	13,195	1,0		-	20	13,380	
40	13,275	1,0		-	40	13,380	
11 00	12,825	1,0		-	11 00	13,380	
20	12,805	1,0		-	20	13,375	
40	12,545	1,0		-	40	13,345	
12 00	12,475	1,0		halb bed.	12 00	13,390	
20	12,605						
40	12,605						
15	12,625						
20	12,525						

gen von Kasan.

Aeußeres Therm. R.	Beob- achter.	Wetter.	Bürgerliche Zeit 1830.	Declina- tion.	Aeußeres Therm. R.	Beob- achter.	Wetter.
+20°,8	Sche- stakoff	heiter	7. Aug. 12 ^h 00'	mm. 13,720	+16°,0	Simonoff.	Wolken
20,0		.	Mittag 20	13,805	15,5		.
21,0	Simonoff.	.	40	13,890	17,0	Simonoff.	Regen
21,2		.	1 00	13,935	17,0		.
21,0		.	20	13,970	16,5		.
21,3		.	40	13,970	16,2		.
21,3		.	2 00	13,965	16,0	Sche- stakoff.	.
21,4		.	20	13,950	16,0		.
21,5		.	40	13,945	16,1	Simonoff.	.
21,4		.	3 00	13,875	16,7		.
21,4		.	20	13,805	17,9		.
21,4		.	40	13,690	17,0		.
21,4		.	4 00	13,620	16,0	Simonoff.	.
21,4		.	20	13,565	16,0		.
21,1		.	40	13,490	15,8		.
21,0		.	5 00	13,435	15,5		.
21,0		.	20	13,420	15,9	Sche- stakoff.	.
20,9		.	40	13,390	16,0		.
20,5	Schestakoff.	.	6 00	13,365	16,0	Simonoff.	.
20,5		.	20	13,365	15,7		.
20,1		.	40	13,365	15,1		.
20,0		.	7 00	13,395	15,1		.
20,0	Simonoff.	.	20	13,405	15,1	Simonoff.	.
20,0		.	40	13,435	14,6		.
19,3		.	8 00	13,435	14,1		.
19,0		.	20	13,435	14,1		.
18,9		.	40	13,435	14,5	Schestakoff.	hellte sich
18,6		.	9 00	13,365	14,3		auf
18,7		.	20	13,365	14,2		.
18,4		.	40	13,365	13,4		.
18,4	Simonoff.	.	10 00	13,365	13,3	Simonoff.	wird hell
18,2		.	20	13,395	13,0		.
18,0		.	40	13,385	12,0		.
18,0		.	11 00	13,320	12,2		.
17,8		.	20	13,320	12,0	Schestakoff.	.
17,3		.	40	13,305	11,8		.
17,1		.	12 00	13,285	11,7		.
		.	20	13,255	12,0		.
		.	40	13,245	11,9		.
		.	1 00	13,265	11,6		.
		.	20	13,265	11,1		.
		.	40	13,265	10,9		.
		.	2 00	13,265	10,3		.
		.	5	13,355			.

Taf. No. XVI.

Declination zu Berlin um die Zeit des westlichsten Standes an v

0° 0' 0" = 13,616 dem Mittel der

Bürgerliche Zeit. 1829.	Oscilla- tion.	Declination.		Declination.		Temper. F.	Witterung.
		Süd.	Nord	Mittel.	Bogen.		
19. Oct. 12 ^h 31'	pp. 0,05	15,064	12,27	13,667	+0' 46",0	40,3	hell
21. - 12 25	-	15,530	12,73	14,130	+7 44,3	41,8	-
24. - 12 10	0,2	15,260	12,44	13,850	+3 31,3	40,2	-
26. - 12 30	0,05	15,147	12,30	13,724	+1 37,5	44,3	bed. fein. R.
27. - 12 15	0,1	15,050	12,24	13,645	+0 26,2	44,0	-
28. - 12 30	0,1	15,110	12,24	13,675	+0 53,3	43,3	bedeckt
29. - 12 25	-	15,140	12,31	13,725	+1 38,4	37,0	Graupeln
30. - 12 55	0,2	15,590	12,76	14,175	+8 24,9	38,8	Regen
31. - 12 50	0,05	14,937	12,10	13,519	-1 27,6	42,3	heft. Regen
1. Nov. 1	1,4	15,035	12,34	13,688	+1 5	37,7	fast hell
2. - 1	0,15	15 147	12,34	13,744	+1 55,6	37,7	cirrus hell
3. - 1 50	0,05	15,081	12,26	13,674	+0 52,3	38,2	cirr. windig
4. - 12 55	1,0	15,230	12,47	13,850	+3 31,3	43,7	cirrocum.
5. - 1	-	14,915	12,14	13,528	-1 19,4	43,2	cum.
6. - 1	-	14,945	12,14	13,543	-1 5,9	43	Wind
7. - 12 35	0,1	14,915	12,09	13,503	-1 42	45,4	- fast hell
9. - 1 10	0,05	15,177	12,34	13,759	+2 9,1	39,3	-
10. - 1	0,05	15,027	12,25	13,639	+0 20,7	35,6	früh gefror.
11. - 12 35	-	15 005	12 18	13,593	-0 20,7	39,8	Regen
12. - 1	0,1	15,020	12,22	13,620	+0 3,6	33,2	bedeckt
13. - 1	1,2	15,523	12,63	14,077	+6 56,4	33,4	hell kalt
14. - 1	-	15 230	12,38	13,805	+2 50,7	31,8	Schnee
15. - 12 55	-	15,170	12,34	13,755	+2 5,5	30,1	dauernd. Schn.
16. - 1	0,1	14,915	12,11	13 513	-1 33	31,8	hell
17. - 1 25	0,2	15,095	12,28	13,688	+1 5	30,0	halb bed.
18. - 1	0,15	14,930	12,13	13,530	-1 15,6	29,3	hell cum.
19. - 1	0,2	14,960	12,13	13,545	-1 4,1	29,0	hell
20. - 1	0,05	14,945	12,20	13,573	-0 38,8	30,8	bedeckt
21. - 1	0,05	14,923	12,08	13,502	-1 42,9	32,6	-
23. - 1	0,05	14,945	12,20	13,573	-0 38,8	30,2	halb bed.
24. - 1 15	0,1	14,945	12,20	13,573	-0 38,8	25,2	windig bed.
25. - 1	-	15,005	12,21	13,608	-0 7,2	28,1	-
27. - 12 50	0,5	15,095	12,31	13,703	+1 18,5	22,4	hell
1. Dec. 12 45	-	14,930	12,12	13,525	-1 22,2	27,8	-
4. - 1	-	15,215	12,37	13,793	+2 33,8	14,0	-
6. - 1 40	-	15,230	12,44	13,835	+3 17,8	13,8	-
7. - 1 5	0,05	15,207	12,35	13,779	+2 27,2	15,1	-
8. - 1 15	-	14,960	12,16	13,560	-0 50,5	21,1	-

an verschiedenen Tagen des Winters 18 $\frac{29}{30}$ beobachtet von Dove.

el der Beobachtungen.

ang.	Bürgerliche Zeit. 1830.		Oscilla- tion.	Declination.		Declination.		Temp. F.	Witterung.
				Süd.	Nord.	Mittel.	Bogen.		
	11. Dec.	1 ^h	0,1	15,095	12,28	13,688	+1' 5"	15,2	hell
	12. -	12 45'	0,3	15,065	12,20	13,633	+0 15,3	20,0	bedeckt
	13. -	1	1,0	15,177	12,33	13,754	+2 4,6	21,2	hell
n. R.	15. -	1 15	0,2	15,050	12,27	13,660	+0 39,7	25,2	- cum.
	16. -	1	1,0	15,050	12,27	13,660	+0 39,7	23,0	dicht. Nebel
kt	17. -	1	0,1	15,035	12,28	13,658	+0 37,9	24,9	bedeckt
eln	18. -	12 55	0,05	14,935	12,22	13,578	+0 34,3	26,1	Schnee
n	19. -	1	0,05	15,194	12,40	13,797	+2 43,5	26,0	bedeckt
egen	20. -	1	0,2	15,350	12,56	13,955	+5 6,2	27,5	-
hell	22. -	1 20	0,1	14,855	12,16	13,508	-1 37,5	23,8	hell
hell	23. -	1 15	-	15,290	12,48	13,885	+4 3	6,2	-
tm.	24. -	1	0,05	15,125	12,32	13,723	+1 36,6	7,8	dicht. Schn.
	27. -	1 30	0,1	15,290	12,46	13,875	+3 53,9	4,2	Schnee
	28. -	1	-	15,230	12,42	13,825	+3 8,8	6,0	vermischt
	31. -	1 30	0,2	15,005	12,14	13,573	-0 38,8	15,0	bedeckt
hell	1. Jan.	1	0,1	15 065	12,32	13,693	+1 9,5	21	-
	2. -	1	-	14,930	12,14	13,535	-1 13,1	24,2	-
ror.	5. -	1 30	0,5	14,855	12 04	13,448	-2 31,7	18,3	-
n	6. -	1	-	14,840	12,04	13,440	-2 32,9	27	-
kt	7. -	1	0,1	14,795	11,95	13 373	-3 39,5	29,9	-
alt	8. -	1	0,1	14,735	11,92	13,328	-4 20,1	32,6	Thauwetter
e	9. -	1	0,25	14,817	12 03	13,424	-2 53,4	24,5	bedeckt
Schn	10. -	1	-	14,930	12,15	13,540	-1 8,6	25	-
	11. -	1 10	0,3	14,705	11,87	13,288	-4 56,2	23,7	-
ed.	13. -	1 15	0,2	14,960	12,16	13,060	-8 22,2	18,1	hell
m.	11. -	1	0,4	14,810	12,06	13,485	-1 58,3	22	-
	15. -	1	0,1	14,855	12,06	13,458	-2 22,7	31,2	-
kt	16. -	1	0,3	14,735	11,85	13,293	-4 51,7	32,2	-
	18. -	1 15	0,1	14,735	11,92	13,328	-4 20,1	28,2	Schnee
ed.	19. -	1	-	14,810	11,97	13,390	-3 24,1	25,3	bedeckt
bed.	20. -	1 20	0,05	14,877	12,08	13,479	-2 3,7	21	-
	21. -	1 15	-	14,870	12,08	13,475	-2 7,3	21	hell
	22. -	12 45	-	14,870	12,08	13,475	-2 7,3	16	bedeckt
	24. -	1	0,1	14,825	11,97	13,398	-3 16,9	16,2	hell
	25. -	1 30	0,1	15,155	12,33	13,243	-5 36,9	18,2	-
	26. -	1	0,1	14,870	12,05	13,460	-2 20,9	16	-
	29. -	12 30	0,1	15,155	12,28	13,718	+1 32,1	- 2	-
	30. -	1	0,6	14,990	12,09	13,540	-1 8,6	+ 2	-

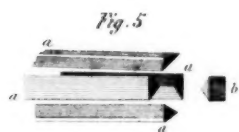
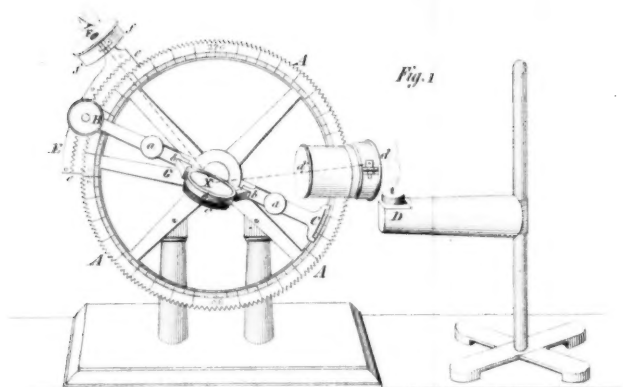


Fig. 6



Fig. 2

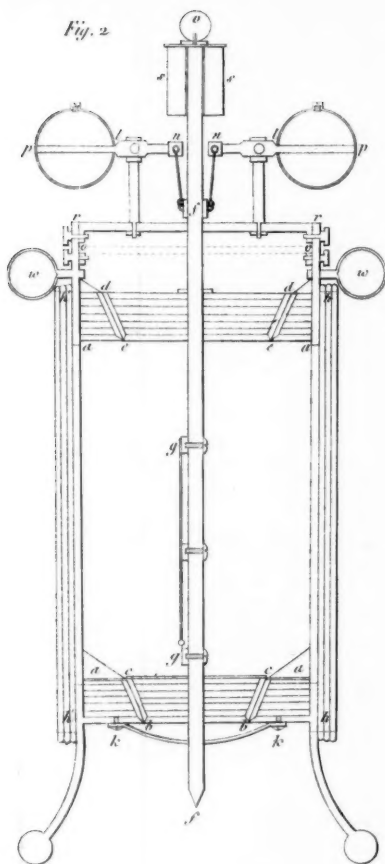


Fig. 9



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 1

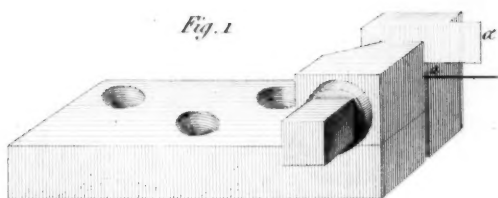


Fig. 2



Fig. 3. B

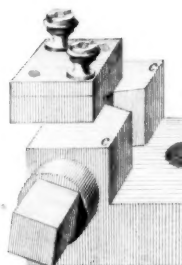
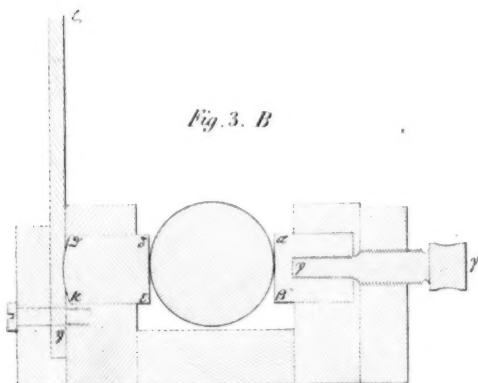
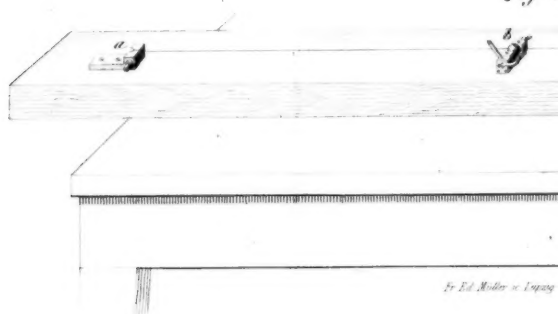


Fig. 6



Fr. Ed. Muller u. Leipzig

Fig. 2



Fig. 3. A

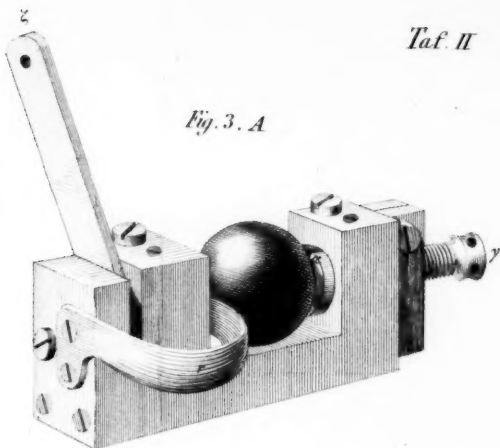


Fig. 5

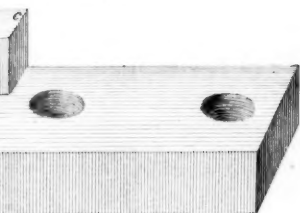


Fig. 4

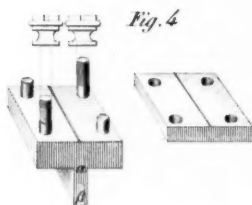
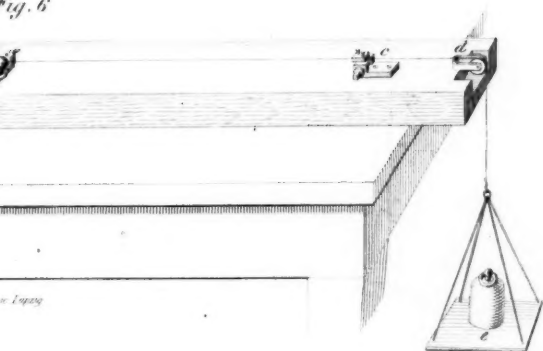
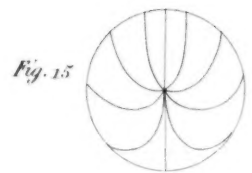
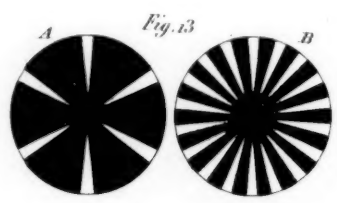
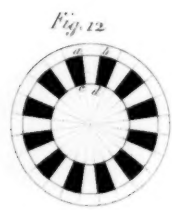
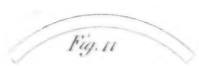
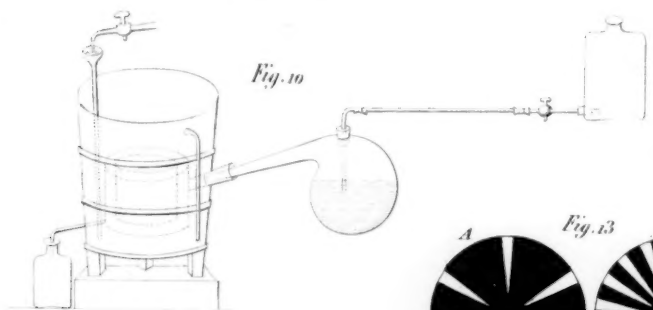
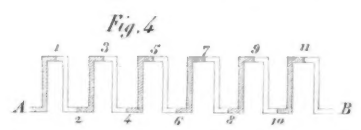
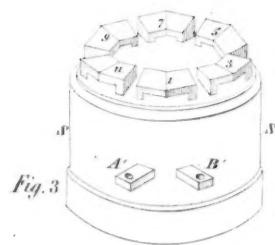
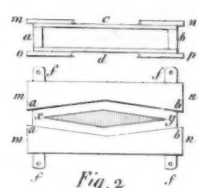
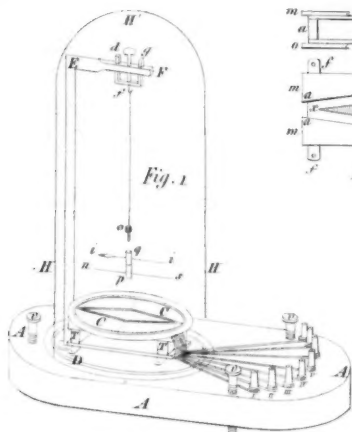


Fig. 6





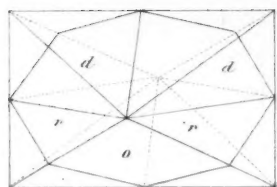


Fig. 5

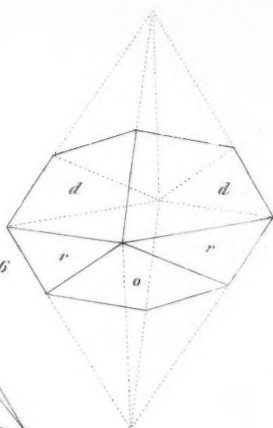


Fig. 6

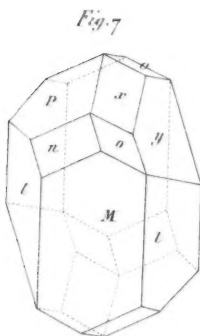


Fig. 7

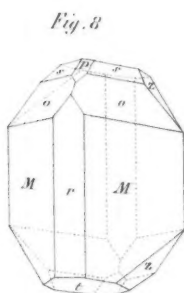


Fig. 8

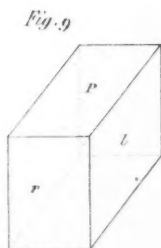


Fig. 9

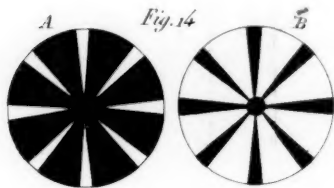


Fig. 14

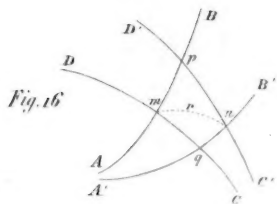


Fig. 16

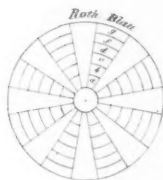


Fig. 17